

260.6

Library of the Museum  
OF  
COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

Founded by private subscription, in 1861.

Bought.

No. 12, 080.

Feb. 19, 1894 - Jan. 8, 1895







# Internationale Monatsschrift

für

## Anatomie und Physiologie.

---

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,  
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, S. Ramón y  
Cajal in Madrid, J. H. Chievitz in Kopenhagen, J. Curnow  
in London, H. F. Formad in Philadelphia, C. Giacomini in Turin,  
C. Golgi in Pavia, G. Guldberg in Christiania, H. Hoyer  
in Warschau, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge,  
G. Mihálovics in Budapest, G. Retzius in Stockholm,  
A. Watson in Adelaide (Süd-Australien),

**E. A. Schäfer**  
in London,

**L. Testut**  
in Lyon,

und

**W. Krause**  
in Berlin.

Band XI. Mit Taf. I—XXIV.

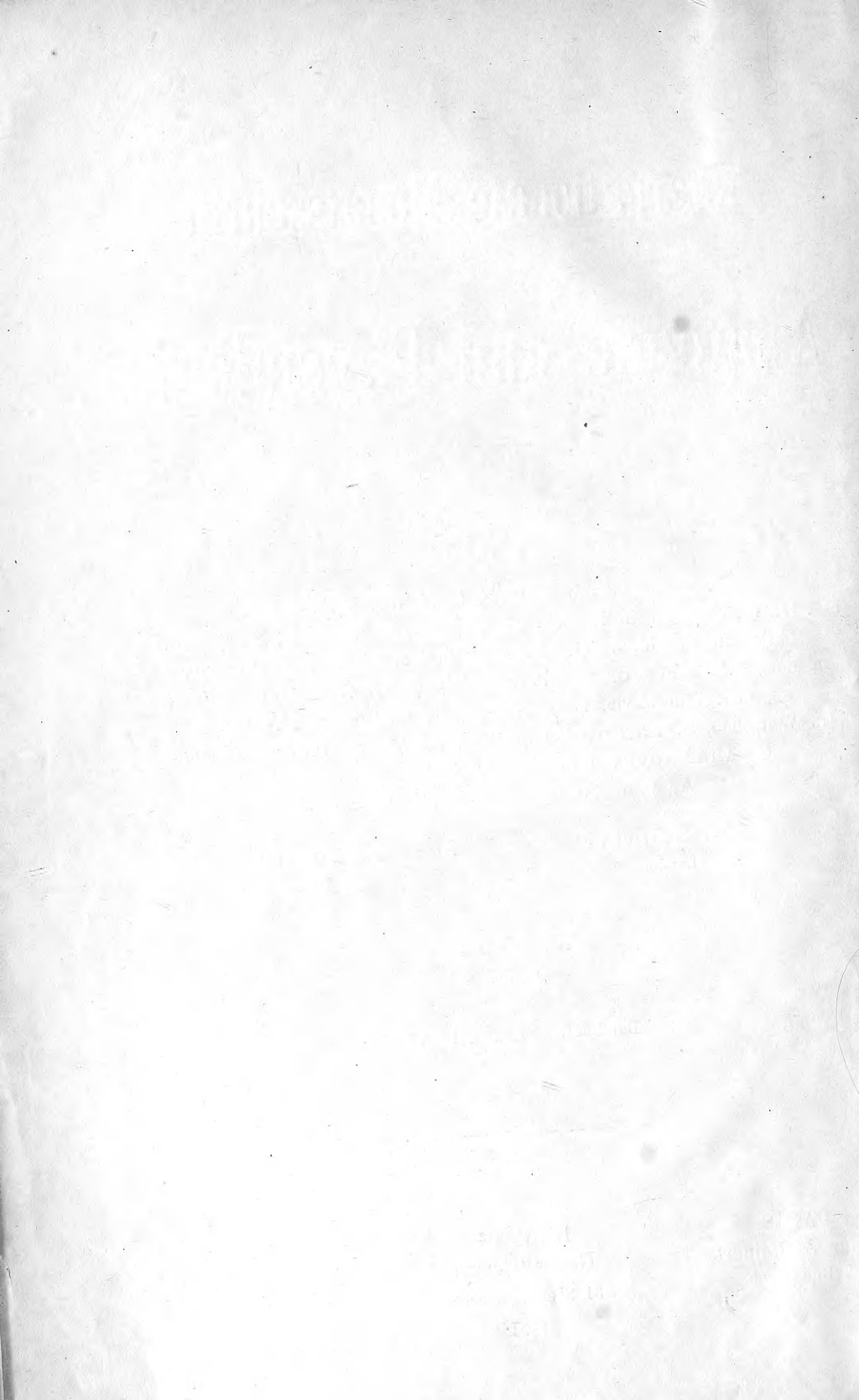
---

PARIS.  
Haar & Steinert  
9 Rue Jacob.

LEIPZIG,  
Georg Thieme  
31 Seeburgstrasse.

LONDON,  
Willams & Norgate  
14 Henrietta-Street.

1894.



# Inhalt.

	Seite
<b>W. Krause</b> , Die Retina. (Mit Taf. I) . . . . .	1
<b>W. Krause</b> , Referate . . . . .	67
<b>W. Krause</b> , Ein Mikroskopstativ aus Aluminium . . . . .	68
<b>W. Krause</b> , Die Retina. Schluss. (Mit Taf. II—V) . . . . .	69
<b>C. Bisogni</b> , Nota preliminare sulla esistenza e struttura d'una nuova glandula nell'astuccio linguale della Vipera Redii. (Con tav. VI) . . . . .	123
<b>W. Krause</b> , Referate . . . . .	127
Nouvelles universitaires . . . . .	128
<b>J. Moore</b> , Some Points in the Spermatogenesis of Mammalia. (With pl. VII and VIII) . . . . .	129
<b>J. Schaffer</b> , Kritische Bemerkungen über einige neuere Thymus- arbeiten . . . . .	167
Nouvelles universitaires . . . . .	176
<b>A. Majewski</b> , Ueber die Veränderungen der Becherzellen im Darm- kanal während der Secretion. (Mit Taf. IX) . . . . .	177
<b>W. Melzer</b> , Zur Homologie der menschlichen Extremitäten. (Mit 1 Holzschnitt) . . . . .	194
<b>W. Krause</b> , Referate . . . . .	215
Nouvelles universitaires . . . . .	216
<b>K. Ballowitz</b> , Zur Kenntniss der Samenkörper der Arthropoden. (Mit Taf. X u. XI) . . . . .	217
<b>E. Ballowitz</b> , Bemerkungen zu der Arbeit von Dr. phil. Karl Ballowitz über die Samenkörper der Arthropoden nebst weiteren spermatologischen Beiträgen, betreffend die Tuni- caten, Mollusken, Würmer, Echinodermen und Coelenteraten. (Mit Taf. XII u. XIII) . . . . .	245
Nouvelles universitaires . . . . .	280
<b>A. Prenant</b> , Critériums histologiques pour la détermination de la partie persistante du canal épendymaire primitif. (Avec pl. XIV) . . . . .	281

	Seite
<b>A. v. Török</b> , Neuere Beiträge zur Reform der Kraniologie. (Mit Taf. XV) . . . . .	297
<b>C. Sacerdotti</b> , Ueber die Nerven der Schilddrüse. (Mit Taf. XVII) . . . . .	326
Nouvelles universitaires . . . . .	332
<b>P. Mitrophanow</b> , Contributions à la division cellulaire indirecte chez les Sélaciens. (Avec pl. XVI) . . . . .	333
<b>A. v. Török</b> , Neuere Beiträge zur Reform der Kraniologie. (Fortsetzung) . . . . .	360
<b>A. v. Török</b> , Neuere Beiträge zur Reform der Kraniologie. (Schluss) . . . . .	369
<b>A. Prenant</b> , Sur deux sortes de cellules granuleuses chez les Reptiles. (Avec pl. XVIII) . . . . .	405
<b>N. Loewenthal</b> , Ueber eigentümliche Zellengebilde im Sympathicus des Frosches. (Mit Taf. XIX) . . . . .	423
<b>W. M. Bayliss and E. H. Starling</b> , On the Form of the Intra-ventricular and Aortic Pressure Curves obtained by a new Method. (With pl. XX) . . . . .	426
Nouvelles universitaires . . . . .	436
<b>D. Sernoff</b> , Zur Kenntniss der Lage und Form des mesenterialen Teiles des Dünndarmes und seines Gekröses. (Mit 10 Fig.) . . . . .	437
<b>W. Krause</b> , Referate . . . . .	467
<b>F. Capobianco</b> , Ricerche microscopiche e sperimentali sugli effetti della Tiroidectomia. (Con tav. XXI—XXIII) . . . . .	469
Nouvelles universitaires . . . . .	500
<b>C. Sacerdotti</b> , Ueber die Entwicklung der Schleimzellen des Magendarmkanales. (Mit Taf. XXIV) . . . . .	501
<b>F. Capobianco</b> , Ricerche microscopiche e sperimentali sugli effetti della Tiroidectomia. (Fine) . . . . .	515
<b>W. Krause</b> , Referate . . . . .	526



FEB 19 1894

# Die Retina

von

W. Krause.

## V.<sup>1)</sup> Die Retina der Vögel.

(Mit Taf. I.)

Von ca. 10 000 bekannten Vogelspecies sind bisher etwa 92 untersucht.

### Psittaci.

Cacatuidae.

#### Plissolophus Leadbeateri.

Der Inka-Kakadu zeigt nach Graber's [29] Versuchen ausgesprochene Photophobie, so dass er in 30 Versuchen niemals die dunkle Abteilung seines Kastens aufgesucht hatte, dagegen Gleichgültigkeit gegen die Unterschiede farbigen Lichtes.

Psittacidae.

#### Chrysotis Levallantii (?).

Die gelben Oeltropfen fand Kühne [31] auffallend grünlich gefärbt.

<sup>1)</sup> Diese Monatsschrift 1893. Bd. X. H. 3. S. 65.



## Coccygomorphae.

### Alcedinidae.

#### Chloroceryle sp.

*Stäbchen* fehlen fast ganz [8], die *Zapfen* führen vorherrschend carminrote, weniger gelbgrüne und noch weniger farblose Oeltropfen.

## Pici.

### Picidae.

#### Picus canus.

*Zapfen.* Die Oeltropfen sind beim Grauspecht carmoisinrot, orange-farbig, gelbgrün, blaugrün. Die gelbgrünen sind am zahlreichsten, die orangefarbigen und die blaugrünen kleiner als die anderen. Es mag gleich hier an die Befunde von Knies [83] erinnert werden, der vier Grundfarben annimmt, nämlich rot, violett, gelblich-orange bis grüngelb, endlich blaugrün bis blau. Rot ist complementär zu blaugrün, violett zu gelblich-orange. Diese Farben der Oeltropfen sind in der Vogelwelt sehr weit verbreitet und hiernach wären für den Vogel im Allgemeinen auch vier aber *andere* Grundfarben vorhanden, falls die Zapfen ausschliesslich die Farbenempfindungen vermitteln.

*Stäbchen- und Zapfenschicht.* Auffallend sind die äusserst zahlreichen *Doppelzapfen*, namentlich im Hintergrund des Bulbus; sie verhalten sich wie beim Huhn und haben regelmässig zwei Zapfenkörner. Die Dimensionen betragen an Präparaten aus Müllerscher Flüssigkeit, in Glycerin untersucht:

In Millimetern	Hauptzapfen		Nebenzapfen	
	Länge	Breite	Länge	Breite
Aussenglied . . . . .	—	0,002	0,0075	0,0008
Innenglied . . . . .	0,0225	0,003	0,0115	0,006
Oeltropfen . . . . .	0,003	0,003	—	—
Ellipsoid . . . . .	0,006	0,004	0,006	0,004
Paraboloid . . . . .	—	—	0,012	0,006
Zapfenkorn . . . . .	0,007	0,006	0,007	0,006

Der Hauptzapfen besitzt also einen Oeltropfen und ein Ellipsoid, der Nebenzapfen ein viel dickeres Innenglied, keinen Oeltropfen, aber ein Ellipsoid und ein Paraboloid.

Einmal habe ich einen *Zwillingszapfen* in der Nähe der Papilla n. optici gesehen. Es waren die Innenglieder von zwei mit Oeltropfen, Ellipsoiden und je einem Zapfenkorn versehene Zapfen in der Mitte ihrer Länge mit einander verwachsen.

#### Membrana fenestrata.

*Membrana perforata.* Zeigt in der Flächenansicht sternförmige Zellen (Taf. I, Fig. 6). Nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit und Boraxcarmin tingieren sich die Kerne der Zellen dieser Membran; sie sind 0,006 mm lang, 0,004 mm dick.

*Spongiöse Schicht.* Sie zeigt dunklere Streifen, deren am Aequator sechs vorhanden sind.

Die Dicke der Retina beträgt an Paraffinpräparaten nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit:

In Millimetern	a <sup>1)</sup>	b <sup>2)</sup>	c <sup>3)</sup>
Pigmentschicht {			
Aussenglieder } . . . . .	0,03	0,046	0,045
Innenglieder . . . . .	0,024	0,02	0,024
Membrana reticularis . . . . .	0,001	0,001	0,001
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht . . . . .	0,034	0,03	0,03
Membrana fenestrata . . . . .	0,004	0,004	0,004
Körnerschicht . . . . .	0,084	0,072	0,06
Spongiöse Schicht . . . . .	0,054	0,048	0,036
Ganglienzellschicht . . . . .	0,018	0,018	0,02
Opticusfaserschicht . . . . .	0,038	0,026	0,062
Membrana limitans . . . . .	0,0015	0,0015	0,0015
Retina im Ganzen . . . . .	0,3385	0,2665	0,3835

<sup>1)</sup> 1,7 mm lateralwärts vom oberen Ende des Pecten.

<sup>2)</sup> Lateralwärts am Aequator.

<sup>3)</sup> 0,5 mm medianwärts vom oberen Ende des Pecten.

## Cypselomorphae.

---

### Caprimulgidae.

---

#### Caprimulgus europaeus.

Die Retina ist im frischen Zustande und mit Ueberosmiumsäure nach Aufbewahrung im Dunkeln von Kühne [32] untersucht.

*Pigmentschicht.* Die Zellen enthalten keine Fetttropfen und Aleuronoidkörnchen.

*Stäbchen.* Sie sind zahlreich, lang und fein, ihre Aussenglieder werden in Ueberosmiumsäure grau. Ihre Aussenglieder sind etwa halb so dick als bei den Eulen; die Innenglieder cylindrisch, so dick wie die Aussenglieder und enthalten ausser dem Stäbchenellipsoid ein linsenförmiges Paraboloid. Sehpurpur war nicht zu bemerken.

*Zapfen.* Die meisten enthalten einen nahezu farblosen Oeltropfen, einige sind rot, orangerot oder gelblich, und diese Farben finden sich häufiger als bei den Eulen. Im Nebenzapfen der Doppelzapfen fehlt der Oeltropfen. — Nach der Peripherie hin sind die Innenglieder der Zapfen beträchtlich länger als diejenigen der Stäbchen, ihre (kürzeren) Aussenglieder befinden sich aber mit ihren Enden in gleichem Niveau mit denen der Stäbchen-Aussenglieder. Es giebt aber auch eben so lange Zapfen mit kürzerem Innengliede und langem, conisch zugespitztem Aussengliede. Die Zapfenellipsoide bezeichnet Kühne als Paraboloid.

#### Siphonorhis americana.

*Zapfen.* Bei dem Tapacamino genannten amerikanischen Ziegenmelker sind wenig rote und gelbe, aber sehr zahlreiche blassgrüne und teilweise intensiv gefärbte grüne Oeltropfen vorhanden [8]. In der unteren Netzhauthälfte fehlen die roten und gelben, in der oberen Hälfte sind sie zahlreich vorhanden und viel grösser, welches letztere besonders auch für die grünen gilt [8]. — Heinemann [8] sieht darin einen Anklang an die Verhältnisse bei den nächtlichen Eulen, ohne zu bedenken, dass die im hellsten Sonnenlicht fliegenden Schwalben — vergl. *Cypselus apus*, welche den *Caprimulgiden* ganz nahe steht, eben-

falls nur wenige Procente farbiger Oeltropfen aufweisen. Heinemann glaubt auch, die Farben der Oeltropfen bei den Hühnervögeln hätten [15, S. 773] aus geschlechtlicher Zuchtwahl erklärt werden sollen, während es sich nur um die Frage handelte, ob diese Vögel eben so feine *Farbennuancen* wahrzunehmen vermögen als z. B. die Säuger. Die teilweise schreienden Farben ihres Gefieders schienen diese Annahme unwahrscheinlich zu machen.

### Cypselidae.

#### **Cypselus apus.**

Der Bulbus hat etwa 13 mm Durchmesser.

**Pigmentschicht.** Die Höhe der Pigmentzellen beträgt etwa 0,009 mm.

**Stäbchen- und Zapfenschicht.** Die Retina (Taf. I. Fig. 1) ist sehr merkwürdig durch ihre Aehnlichkeit mit der Eulenretina [15], während doch die Turmschwalbe im hellsten Sonnenlicht zu fliegen liebt. Die Hypothese von M. Schultze, welche die letztgenannte Retina durch die blassgelbe Farbe der Oeltropfen und das Zurücktreten der Zapfen charakterisieren wollte, wird daher definitiv beseitigt werden müssen. Auch die Schwalbe hat fast nur hellgelbe Oeltropfen, ferner im Hintergrund des Bulbus relativ zu den Zapfen sehr zahlreiche Stäbchen mit langen Aussengliedern. Zugleich ist die Dicke der Stäbchen und Zapfen gering, und die Aussenglieder der letzteren sind ebenfalls lang. Die Dimensionen der Stäbchen und Zapfen betragen im Hintergrund des Bulbus in Glycerinpräparaten nach Behandlung mit Müllerscher Flüssigkeit:

In Millimetern	Länge	Breite
Stäbchen . . . . .	0,0345	—
„ -Aussenglieder . . . . .	0,0125	0,002
„ -Innenglieder . . . . .	0,0225	0,001
Zapfen . . . . .	0,0305	—
„ -Aussenglieder . . . . .	0,0205	0,002
„ -Innenglieder . . . . .	0,012	0,002

**Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht.** Entsprechend dem geringen Dickendurchmesser der Stäbchen und Zapfen sind die Stäbchen- und Zapfenkörner zahlreich, im grössten Teil des Bulbus zu Vieren über einander gelagert. Hierdurch nähert sich der Hauptteil der Retina im Bau einer Area centralis, obgleich die Ganglienzellen nur zu 1—2 geschichtet sind.

Eine Fovea centralis scheint nicht vorhanden oder doch nur flach zu sein; das schwierig zu beschaffende Untersuchungsmaterial war nicht ganz ausreichend.

**Zapfen.** Auf 30—35 hellgelbe Oeltropfen von 0,0022 mm Durchmesser kommen durchschnittlich je ein roter und ein orangefarbiger, also je 3 %, welche Oeltropfen stets dicht zusammensitzen (vergl. unter Huhn). Die hellgelben lassen sich durch Jod nicht färben.

Die Dicke der Retina beträgt an Salpetersäure-Präparaten nach Einbettung in Paraffin:

In Millimetern	a <sup>1)</sup>	b <sup>2)</sup>	c <sup>3)</sup>	d <sup>4)</sup>
Pigmentschicht	0,056	0,056	0,052	—
Aussenglieder				
Innenglieder	0,012	0,012	0,012	0,0238
Membrana reticularis	0,001	0,001	0,001	0,024
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht	0,024	0,022	0,022	0,0012
Membrana fenestrata	0,004	0,004	0,004	0,0333
Körnerschicht	0,068	0,064	0,06	0,009
Spongiöse Schicht	0,036	0,036	0,028	0,0834
Ganglienzellenschicht	0,008	0,008	0,008	
Opticusfaserschicht	0,02	0,027	0,012	0,072
Membrana limitans	0,0015	0,0015	0,0015	0,01
Retina im Ganzen	0,2305	0,2315	0,2005	—

<sup>1)</sup> 1,6 mm lateralwärts vom oberen Ende des Pecten.

<sup>2)</sup> 3,4 mm lateralwärts vom oberen Ende des Pecten.

<sup>3)</sup> Mediale Seite, 1,5 mm lateralwärts vom Äquator.

<sup>4)</sup> Nach Härtung in 0,2% iger Ueberosmiumsäure (15, S. 779).

**Passeres.****Fringillidae.*****Pyrrhula rubricilla.***

Graber [29] stellte Beobachtungen an 6 Dompfaffen an und fand in 30 resp. 30 Beobachtungen, dass der Vogel entschieden photophob, lichtscheu ist:

Hell	Dunkel		Hell	Weniger hell
48	132		78	102
oder $\frac{\text{Hell}}{\text{Dunkel}} = \frac{1}{2,7}$ — $\frac{\text{Hell}}{\text{Weniger hell}} = \frac{1}{1,3}$				

Wie der Stieglitz (s. *Fringilla carduelis*) zieht der Dompfaff das Blau dem Rot vor, nach 70, 70 Beobachtungen:

Hellrot	Dunkelblau		Dunkelrot	Hellblau
165	255		180	240
oder $\frac{\text{Rot}}{\text{Blau}} = \frac{1}{1,4}$				

Ebenso das Grün dem Rot in 50, 50 Beobachtungen:

Dunkelrot	Hellgrün		Dunkelrot	Hellgrün
110	190		64	231
oder $\frac{\text{Rot}}{\text{Grün}} = \frac{1}{1,7}$				

Auch dem Blau wurde das Grün in 30, 30 Beobachtungen vorgezogen:

Hellgrün	Dunkelblau		Dunkelgrün	Hellblau
126	54		89	91
oder $\frac{\text{Grün}}{\text{Blau}} = \frac{1}{0,6}$				

Blau mit Ultraviolett wird nach 30, 30 Beobachtungen dem reinen Blau vorgezogen:

Hellblau mit Ultraviolett	Dunkelblau		Hellblau mit Ultraviolett	Dunkelblau
132	48		128	52
oder $\frac{\text{Blau}}{\text{Blau mit Ultraviolett}} = \frac{1}{2,5}$				

Der Dompfaff ist also lichtscheu und grünliebend, noch mehr bevorzugt er das Ultraviolett.

**Serinus canarius.**

*Zapfen.* Die Oeltropfen sind rot, orangefarbig, blassgelb, ausserdem giebt es zahlreiche blassgrüne.

*Area centralis.* Die Retina zeigt an Salpetersäure-Präparaten einen von der am proximalen Pol gelegenen, tiefen und runden *Fovea centralis* ausgehenden Verdickungsstreifen, der nur an der medialen Seite des Bulbus mit freiem Auge zu erkennen ist [2]. Die Fovea schliesst sich in ihrem Bau an diejenige von *Corvus frugilegus* an (s. unten). Ueber die relative Anzahl der Elemente in den einzelnen Schichten machte Chievitz [2] folgende Angaben, wobei die absolute Anzahl der Stäbchen-Zapfenkörner angegeben und dann = 1 gesetzt ist:

Auf 0,4 mm kommen	Fovea centralis	Hauptteil der Retina			Area centralis			
		1,4 mm von der Fovea	2,5 mm von der Fovea	3,5 mm von der Fovea	Mitte d. Area centralis	1 mm von der Mitte d. Area	2 mm von der Mitte d. Area	3 mm von der Mitte d. Area
Stäbchen-Zapfenkörner .	35	17	14	8	27	17	16	12
Körner . . . . .	6,2	7,6	4,7	4	6,1	5,1	3,8	4,2
Ganglienzellen . . .	1,1	1,0	2,0	2,7	1,9	1,4	2,7	2,4

**Fringilla carduelis.**

Die Retina ist bisher nicht untersucht worden; im frischen Zustande verhalten sich die roten Oeltropfen wie gewöhnlich. Sie sind carmoisinrot, dem Farbenton der orangegelben mischt sich nur sehr wenig orange bei. Die *meisten* grossen und kleinen Oeltropfen sind blassblau in allen Teilen der Retina. Sie würden von M. Schultze u. a. wohl als farblos bezeichnet worden sein, man sieht aber das Blau bei Vergleichung mit den wirklich farblosen Innengliedern, Ellipsoiden oder Körnern. Einige Oeltropfen, und zwar grössere, sind auch blassgrün oder bläulichgrün. Es liegt eine Mitteilung von Graber [29] über den Farbensinn des Stieglitzes vor [vergl. 30]; der Vogel ist danach erythrophob und photophil, und so darf man mit Rücksicht auf die Farben der Oeltropfen annehmen, dass er zwar keineswegs rotblind ist, aber dass Rot ihm einen erheblich dunkeln Eindruck macht, wenn Graber's Angaben sich bewähren. Die Welt wird diesem Vogel wohl



erscheinen wie uns, wenn wir sie durch ein blassblaugrünes Glas betrachten.

*Area centralis.* Die Area liegt am hinteren Pol des Bulbus, etwa 0,38 mm nach oben vom oberen Ende des Eintrittes des N. opticus. Sie ist von rundlicher Form, etwa 0,8 mm gross und umschliesst eine 0,5 mm grosse, 0,3 mm tiefe Fovea centralis. Die Area charakterisiert sich durch beträchtliche Vermehrung der Körner von ca. 20 auf 30 gegenüber dem Hauptteil der Retina, der medianwärts sich nicht anders verhält als lateralwärts. Die Körner sind zu Säulen angeordnet, welche vom Centrum der Fovea divergierend ausstrahlen, wie es bei anderen Vögeln, z. B. *Corvus frugilegus* bekannt ist. Die Stäbchen-Zapfenkörnerschicht ist verdickt, die spongiöse Schicht enthält 6 anstatt 4 dunklere Streifen, die Ganglienzellen sind zahlreicher, zu 4 anstatt zu 2—3 über einander geschichtet. Die Opticusfaserschicht ist dünner, die Retina im ganzen aber verdickt (s. d. Tabelle).

*Fovea centralis.* Gegen die Fovea hin vermindert sich die Länge der Aussenglieder, doch konnte in der Tabelle der im Pigment steckende Abschnitt nicht berücksichtigt werden. Die Retina im ganzen ist erheblich dünner und alle Schichten nehmen mehr oder weniger daran Teil, die Ganglienzellen und Opticusfasern fehlen im Centrum der Fovea gänzlich.

Um die Fovea centralis aufzusuchen, zerlegt man den mittleren Teil des Augenhintergrundes in ungefähr 200 (oder bei grösseren Vögeln in ca. 400) Serienschritte von 0,007—0,015 mm Dicke; natürlich darf kein Schnitt verloren gehen. Am sichersten ist die in den Tafelerklärungen mehrfach erwähnte Behandlung mit Salpetersäure, Säurefuchsin, Paraffin.

Der Durchmesser des Bulbus beträgt an Paraffinpräparaten etwa 6 mm, und an solchem kleineren Vogelauge lässt sich ausmessen, dass die Fovea centralis ungefähr rechtwinklig zur Verlängerung des Pecten liegt.

Der senkrechte Abstand der Fovea vom oberen Ende des Pecten beträgt etwa 0,53 mm, der Abstand in horizontaler Richtung 0,74 mm. Die analogen Abstände des oberen vom unteren Ende des Pecten betragen 1,1 resp. 2,1 mm. Die nach unten offenen Winkel, um welche

die Verbindungslinien der Fovea zum oberen Ende und von letzterem zur Mitte der Länge des Pecten von der senkrechten abweichen, stellen sich zu etwa  $54^\circ$  resp.  $62^\circ$  heraus, was bei dem Mangel an festen Messungspunkten genügend übereinstimmt, um zu zeigen, dass die Verbindungslinie der Fovea mit dem oberen Ende des Pecten nahezu senkrecht auf der Längsaxe des letzteren steht; denn der Pecten verläuft nach unten und medianwärts, die Fovea liegt nach oben und medianwärts von dessen oberem Ende.

Diese Thatsache ist von Interesse, weil sich daraus ergibt, dass die Fovea centralis unmöglich einen Rest der secundären Augenblasenspalte darstellen kann. Es müsste denn gezeigt werden, dass die letztere mit ihrem oberen Ende sich in späteren Entwicklungsstadien (s. unten) fast rechtwinklig medianwärts umbiegt. Die geschilderten Anordnungen kehren im wesentlichen bei den meisten Vögeln wieder. So verläuft beim Huhn der Pecten wie beim Stieglitz, indem die Richtung des ersteren mit der senkrechten einen nach unten offenen Winkel von  $62^\circ$  bildet; die Genauigkeit dieser Uebereinstimmung ist bei dem schon erwähnten Mangel an genügend zu fixierten Messungspunkten natürlich nur Zufall. Jedenfalls ist eine Fovea centralis beim Huhn zur Zeit nicht bekannt, und Hannover [48, S. 181—183], sowie neuerdings Chievitz [67] deuten die Area als eine von der Augenblasenspalte ganz unabhängige, auf embryonaler Stufe stehen gebliebene Partie der Retina. So wichtig diese Angabe in histologischer Beziehung erscheint, so wenig erklärt sie die Vertiefung, welche Fovea genannt wird, und eben so wenig den Verlauf der Opticusfaserbündel, die stets die Fovea vermeiden oder umkreisen. Diejenige Drehung, welche der Bulbus phylogenetisch und (auch beim Menschen) ontogenetisch um seine verticale Axe macht, so dass die Sehaxe nach vorn, anstatt lateralwärts sich richtet, ist bekannt genug. Um die verschiedenen Foveae als Rudimente der Augenblasenspalte deuten zu dürfen, würde eine anderweitige Drehung des Bulbus um die Sehaxe während der Entwicklung zu supponieren sein und zwar Drehungen in verschiedenem Sinne. Beim Menschen würde das obere Ende der Spalte der definitiven Fovea zufolge einer Drehung des Bulbus von unten nach lateralwärts entsprechen, bei den Vögeln wie beim Chamaeleon müsste sie medianwärts erfolgen.

Denn die Fovea centralis liegt beim Menschen lateralwärts, bei dem genannten Reptil medianwärts von der Eintrittsstelle des N. opticus, der also bei beiden in verschiedenem Sinne um seine Längsaxe torquiert sein müsste. In der That verlaufen beim Menschen die Nervenfaserbündel im Stamme des N. opticus spiralig, mit Ausnahme einer kleinen prismatischen, für die Macula lutea bestimmten Abteilung [77]. Unmöglich wären die obigen Annahmen nicht, wenngleich Beauregard [78] bei einigen Vögeln, z. B. bei der Elster, die Augenblasenspalte seitlich vom Pecten gelegen fand. Eine nähere Nachweisung könnte aber nur unter Kenntnis der Entwicklungsgeschichte des Auges in *späteren* Fötalperioden geliefert werden, unter Berücksichtigung der Histologie der fötalen Retina. Diesen Weg hat Chievitz neuerdings betreten, und auf seine Arbeit [74] muss hier verwiesen werden; die Ursache des Entstehens der Fovea wurde dabei noch nicht aufgeklärt.

Von Graber wurden zehn bis zwanzig Exemplare in einem grossen Kasten 5 Minuten lang verschiedenfarbigem Licht ausgesetzt und die Häufigkeit notiert, mit welcher diese oder jene Abteilung des Kastens aufgesucht wurde. Die zahlreichen Fehlerquellen dieses Verfahrens liegen auf der Hand, vollends bei so intelligenten Tieren wie die Vögel können vielerlei Motive mitwirken; immerhin sind die Versuche beachtenswert. Es ergaben sich in betreff des Helligkeitsgefühles bei 20 Beobachtungen:

Hell	Dunkel		Hell	Weniger hell
347	53		274	126

$$\text{oder das Verhältnis } \frac{\text{Hell}}{\text{Dunkel}} = \frac{1}{0,15} \text{ und } \frac{\text{Hell}}{\text{Weniger hell}} = \frac{1}{0,4}$$

Der Stieglitz zieht also sehr entschieden das Helle dem weniger Hellen und vollends dem Dunkel vor.

Bei farbigem Licht wurden in 35 Beobachtungen gefunden:

Hellrot	Dunkelrot		Hellrot	Sehr dunkelrot
424	171		513	82

$$\text{oder } \frac{\text{Hellrot}}{\text{Dunkelrot}} = \frac{1}{0,4} \text{ und } \frac{\text{Hellrot}}{\text{Sehr dunkelrot}} = \frac{1}{0,16}$$

Der Vogel zieht auch hier das Helle vor, ebenso beim gelben und blauen Licht (jedesmal 20 resp 50 Beobachtungen):

Hellgelb	Dunkelgelb	Hellgelb	Sehr dunkelgelb
141	59	138	62

$$\text{oder } \frac{\text{Hellgelb}}{\text{Dunkelgelb}} = \frac{1}{0,5} \text{ und } \frac{\text{Hellgelb}}{\text{Sehr dunkelgelb}} = \frac{1}{0,4}$$

Hellblau	Dunkelblau	Hellblau	Dunkleres Blau	Hellblau	Sehr dunkelblau
606	304	254	147	422	88

$$\text{oder } \frac{\text{Hellblau}}{\text{Dunkelblau}} = \frac{1}{0,5} - \frac{1}{0,6} - \frac{1}{0,2}$$

Bei Rot und Blau ergab sich in 20, 10 u. 20 Beobachtungen:

Hellrot	Dunkelblau	Hellrot	Dunkelblau	Hellrot	Dunkelblau
234	166	227	173	52	148

$$\text{oder } \frac{\text{Hellrot}}{\text{Dunkelblau}} = \frac{1}{1,05}$$

Mit Violett und Ultraviolett gemischtes Blau ergab in 20 Beobachtungen:

Hellrot	Dunkelblau	Hellrot	Dunkelblau
50	150	48	152

$$\text{oder } \frac{\text{Rot}}{\text{Blau-Violett etc.}} = \frac{1}{3}$$

Der Stieglitz zieht also Blau dem Rot vor, obgleich ersteres viel dunkler war; ferner aber auch das Gelb dem Rot. Das Tier hat Gelb und Rot in seinen Federn, man kann also nicht wohl die Praedilection mit geschlechtlicher Zuchtwahl in Zusammenhang bringen (vergl. unten *Athene noctua*). In 20, 60, 20 Beobachtungen wurde gefunden:

Rot	Gelb	Rot	Gelb	Rot	Gelb
146	254	451	749	255	145

$$\text{oder im Mittel } \frac{\text{Rot}}{\text{Gelb}} = \frac{1}{1,7}$$

Die Vorliebe für Grün ist weniger klar nachgewiesen. Nach 20, 17, 20 Beobachtungen ergab sich:

Hellrot	Dunkelgrün	Dunkelrot	Hellgrün	Dunkelrot	Hellgrün
195	205	113	287	121	219

$$\text{oder im Mittel: } \frac{\text{Hellrot}}{\text{Dunkelgrün}} = \frac{1}{1,05} - \frac{\text{Dunkelrot}}{\text{Hellgrün}} = \frac{1}{2,2}$$

Gelb und Grün sind dem Tiere gleichgültig, zufolge von 40, 20, 10 Beobachtungen:

Hellgelb	Dunkelgrün	Gelb	Grün	Dunkelgelb	Hellgrün
461	331	239	161	100	200
oder $\frac{\text{Gelb}}{\text{Grün}} = \frac{1}{1}$					

Blau wird nach 10, 10 Beobachtungen dem Gelb entschieden vorgezogen:

Hellgelb	Dunkelblau	Hellgelb	Dunkelblau
69	131	63	137
also $\frac{\text{Gelb}}{\text{Blau}} = \frac{1}{2}$			

Ebenso dem Grün in 10, 10 Beobachtungen:

Hellgrün	Dunkelblau	Hellgrün	Dunkelblau
61	139	68	139
oder $\frac{\text{Grün}}{\text{Blau}} = \frac{1}{2,2}$			

Dagegen liebt der Stieglitz nach 20, 20 Beobachtungen das Violett noch mehr als das Blau:

Hellblau	Dunkelviolett	Hellblau	Dunkelviolett
127	273	115	285
oder $\frac{\text{Blau}}{\text{Violett}} = \frac{1}{2,3}$			

Ferner in 4, 4 Beobachtungen noch mehr das Ultraviolett:

Hellblau	Dunkelblau mit Ultraviolett	Dunkelblau	Hellblau mit Ultraviolett
146	54	75	125
oder $\frac{\text{Blau}}{\text{Blau mit Ultraviolett}} = \frac{1}{1,6}$			

Sogar dem Weiss wurde in 20, 20 Beobachtungen das Ultraviolett vorgezogen:

Hellweiss	Dunkelweiss mit Ultraviolett	Dunkelweiss	Hellweiss mit Ultraviolett
91	109	54	146
oder $\frac{\text{Hell}}{\text{Weiss mit Ultraviolett}} = \frac{1}{1,6}$			

Das ultraviolettthaltige Blau wird dem Rot vorgezogen im Verhältnis:

$$\frac{\text{Rot}}{\text{Blau mit Ultraviolett}} = \frac{1}{11}$$

Gemischte Farben und gleichzeitige Anwendung mehrerer farbiger Gläser ergaben ähnliche Resultate, letztere in 30 Beobachtungen:

Rot	Gelb	Grün	Blau
38 :	121 :	119 :	235 :
= 1	= 3	= 3	= 6

Der Stieglitz ist also photophil, cyanophil, erythrophob, er zieht das Gelb dem Rot, aber nicht dem Blau vor.

Ueber den Zusammenhang dieser Befunde mit den Farben der Oeltropfen s. oben (S. 2 u. 8).

### **Fringilla spinus.**

*Stäbchen* [9, Fig. 1]. Beim Zeisig beträgt die Länge des Aussengliedes 0,013—0,014, des Innengliedes 0,028—0,03 mm, Breite des letzteren an seinem chorioidealen Ende 0,0025—0,00275 mm [9].

*Zapfen* [9, Fig. 19, 20, 23, 24, 47—50]. Es sind einzelne kegelförmige Zapfen ohne Oeltropfen, aber mit Zapfenellipsoid und Paraboloid [9, Fig. 18] vorhanden, ferner einfache schlanke cylindrische und kegelförmige Zapfen mit Oeltropfen, endlich kommen Doppelzapfen vor. Die Farben der Oeltropfen sind wie beim Huhn. Die cylindrischen Zapfen-Innenglieder enthalten nur ein Ellipsoid, kein Paraboloid. Einzelne dieser Zapfen sind kürzer: ihr Aussenglied reicht kaum so weit chorioidealwärts, als die Oeltropfen der grösseren Zapfen [9]. — Die kegelförmigen dickeren Innenglieder dagegen enthalten öfters auch ein Hyperboloid [9, Fig. 24]. — Was die Doppelzapfen anlangt, so kommen in deren Hauptzapfen grosse gelbe, grünlichblaue oder fast rein blaue Oeltropfen, in den Nebenzapfen entweder kein Oeltropfen oder ein solcher von blassblauer oder grünlicher Farbe vor: es giebt mithin blaue Doppelzapfen mit zwei blauen Oeltropfen. — Die Anordnung der Oeltropfen ist von Wälchli [6, S. 221] untersucht, danach liegen im Hauptteil der Retina die grünlichen am meisten chorioidealwärts, die roten folgen in 0,001—0,002 mm Abstand, auf die roten die orange-farbigsten ebenfalls in 0,0005—0,001 mm Abstand und in gleichem Niveau mit letzteren befinden sich kleine, fast farblose Oeltropfen.

Die Dimensionen betragen nach Härtung in 2 procentiger Salpetersäure, Färbung mit Säurefuchsin und Einbettung in Paraffin:

In Millimetern	Fovea	Area <sup>1)</sup>	Haupt- teil <sup>2)</sup>	An der Papilla n. optici <sup>3)</sup>
Pigmentschicht . . . . .	—	—	—	0,032
Stäbchen-Zapfenschicht . . . . .	0,016	0,036	0,036	
Aussenglieder . . . . .	—	0,016	0,016	
Innenglieder . . . . .	—	0,02	0,02	0,028
Membrana reticularis . . . . .	0,0005	0,0005	0,0005	
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht . . . . .	0,02	0,048	0,03	0,022
Membrana fenestrata . . . . .	0,004	0,004	0,004	0,004
Körnerschicht . . . . .	0,036	0,156	0,116	0,088
Spongiöse Schicht . . . . .	0,028	0,056	0,056	0,06
Ganglienzellenschicht . . . . .	0,008	0,028	0,022	0,024
Opticusfaserschicht . . . . .		0,013	0,022	0,032
Membrana limitans . . . . .	—	0,001	—	
Retina im Ganzen . . . . .	0,112	0,342	0,315	

### **Fringilla linaria.**

Die Verhältnisse der Oeltropfen sind im wesentlichen wie beim Huhn und ebenfalls von Wälchli [6] untersucht. Wie bei der Taube zeichnet sich der laterale obere Quadrant durch Vorwiegen der roten und orangefarbigem Oeltropfen aus und kann daher als Orangefeld bezeichnet werden (vergl. Huhn), doch sind die Differenzen viel weniger auffällig.

Auf 0,000225 qmm	Anzahl der Oeltropfen			
	Macula	Orangefeld	Hauptteil	Aequator
Rote . . . . .	60	58—75	34	23
Orangefarbige . . . . .	92	130	35	25
Grosse grünliche . . . . .	—	—	88	56
Kleine grünliche . . . . .	254	144	39	20
Summa	406	349	196	124
Auf 1 qmm	82000	62050	34848	22047

<sup>1)</sup> 0,4 mm vom Centrum der Fovea.

<sup>2)</sup> 0,6 mm weiter lateralwärts.

<sup>3)</sup> 0,2 mm medianwärts vom Rande des N. opticus.



Die Zapfen sind hiernach etwas zahlreicher oder aber dünner als beim Huhn.

In Millimetern	Grösse der Oeltropfen			
	Macula	Orangefeld	Hauptteil	Aequator
Rote . . . . .	0,0025	bis 0,0029	bis 0,0028	bis 0,0028
Orangefarbige . . .	0,0015	0,0018—0,0025	0,00245	unter 0,0028
Grosse grünliche . .	—	—	0,00315	0,0031
Kleine grünliche . .	0,0011	0,0025	0,0021	0,0021

Im orangefarbigem Felde liegen die grünlichen Oeltropfen der Chorioidea am nächsten, dann folgen successive die roten, grünlichen oder schwachgefärbten und die orangefarbigem. Letztere bilden mit den roten zusammen verzweigte Ketten, die zwischen den grünen Oeltropfen hindurchziehen.

In Procenten der roten	Farbe der Oeltropfen	
	Orangefeld	Hauptteil
Rote . . . . .	100	100
Orangefarbige . . . . .	150	100
Grünlichgelbe . . . . .	300	250

### **Fringilla chloris**

Ramón y Cajal [84] sah auch beim Grünling einzelne schräg verlaufende Zapfenfasern wie beim Huhn.

### **Passer domesticus.**

*Pigmentschicht.* Die Pigmentkrystalle verhalten sich wie beim Huhn, sie sind 0,0013—0,0027 mm lang [65, Fig. 9]. Die Breite der Pigmentzellen ist von Chievitz [74] gemessen; sie beträgt in Millimetern:

Papilla n. optici	Mitte d. Area	Augen-hintergrund	Ora serrata
0,0133	0,015	0,015—0,0166	0,0133

*Zapfen.* Die Farben der Oeltropfen sind carmoisinrot, orange, gelbgrünlich und bläulich. Letztere sind am kleinsten; es giebt auch kleine grünliche. Die Zapfeninnenglieder derselben nehmen während der Entwicklung der letzteren beim Embryo an Dicke ab, von 0,0044 bis auf 0,0011 mm. Beim erwachsenen Sperling beträgt diese Dicke am Aequator 0,0044—0,0045, an der Ora serrata sogar 0,0066 mm [74].

Sehr charakteristisch ist die Anordnung der roten und orange-farbigen Oeltropfen zu anastomosierenden Ketten, welche die hellgelben und sonstigen Zapfen umschliessen, wie bei *Fringilla linaria* (S. 16). Die Maschen sind an guten Präparaten noch viel regelmässiger als Wädhli [6, Taf. VI. Fig. 10] sie abbildet.

Ramón y Cajal [43, S. 12] lässt einige Ausläufer der Zapfenfaserkegel sich bis zur spongiösen Schicht fortsetzen, wo sie nicht weiter zu verfolgen waren. In der Ganglienzellenschicht unterscheidet Ramón y Cajal [40, Fig. 2 und 3] beim Sperling, wie es Tartuferi [42] für die Wirbeltierretina überhaupt versucht hatte, grosse und kleine Ganglienzellen in der Ganglienzellenschicht. Erstere senden ihre Fortsätze in radiärer Richtung durch die spongiöse Schicht in zwei dunklere Streifen der letzteren hinein, woselbst sie sich verästeln und zwei in der Ebene der Retina ausgebreitete Netze bilden, die ungefähr an der Grenze des ersten und zweiten, resp. des zweiten und dritten Drittels der spongiösen Schicht von der Ganglienzellenschicht aus gerechnet, gelegen sind. Nur an dem mehr vitrealwärts sich befindenden Netze beteiligen sich die Fortsätze der kleineren Ganglienzellen. Einige Opticusfasern biegen sich aus der Opticusfaserschicht fast rechtwinklig chorioidealwärts, treten in radiärer Richtung durch die spongiöse Substanz und verästeln sich an der vitrealen Grenze der Körnerschicht; zwischen den daselbst gelegenen Körnern scheinen einzelne Opticusfasern frei aufzuhören (vergl. unten *Athene noctua* und *Anas boschas domestica*). Ramón y Cajal giebt auch eine Beschreibung der *Fovea centralis* [43].

*Area centralis.* Sie bildet einen horizontalen Streifen im Hintergrund des Auges wie bei *Larus canus* (s. unten), der mit freiem Auge nicht sichtbar ist. In seiner Mitte liegt eine tiefe *Fovea centralis* von runder Form [2]. In ihrem Bau gleicht sie der *Fovea* von *Corvus*

frugilegus (s. unten). Sie wurde schon von Köl liker [70] bestätigt. Die Fovea ist nicht so tief wie bei *Corvus frugilegus* [74]; die Entwicklung der Area ist von Chievitz [74] geschildert worden.

Vergleicht man die Farben der Oeltropfen im Hauptteil der Retina beim Huhn oder der Taube, dem Sperling und dem Stieglitz, so lässt sich eine Reihe bilden. Die carmoisinroten und orangefarbig en Oeltropfen sind bei den genannten Tieren in gleicher Farbennüance und relativ gleich häufig vorhanden. Trotzdem sieht das Flächenbild der Retina sehr verschieden aus, und dies hängt von den gelben Oeltropfen ab. Während sie beim Huhn intensiv und rein gelb gefärbt sind, erscheinen sie beim Sperling blasser und gelbgrünlich; beim Stieglitz sind sie noch weniger intensiv gefärbt und meistens rein grünlich. Stellt man hiermit die Experimente von Graber [29] zusammen, so zeigt sich, dass dem Huhn und der Taube alle Farben so ziemlich gleichgültig sind, der Sperling ist cyanophil, der Stieglitz entschieden erythrophob. Die physiologischen Verschiedenheiten scheinen sich also mit den anatomischen zu decken, da Sperling und Stieglitz das blaue Ende des Spectrum bevorzugen und ihre Retina für die Perception der langwelligen Strahlen weniger geeignet erscheint. Erkennt man dies an, so ergibt sich eine weitere Unterstützung der seit der Entdeckung des Sehpurpurs sehr zweifelhaft gewordenen (vergl. *Athene noctua*, S. 37) Ansicht, wonach die Zapfen der Farbenempfindung dienen.

Die Dicke der Retinaschichten beträgt in 7 mm grossen Augen nach Behandlung mit 2,5 procentiger Salpetersäure und Paraffin — wobei jedoch zu bemerken ist, dass die Zahlen der ersten Columnne sich auf ein nicht ganz frisches Auge beziehen, dessen Aussenglieder in Tropfen zerfallen waren, etwas medianwärts vom oberen Ende des Pecten:

In Millimetern	1,2 mm medianwärts	1,6 mm medianwärts
Pigmentschicht . . . . .	0,008	0,008
Stäbchen-Zapfenschicht . . . . .	0,052	0,04
„ -Aussenglieder . . . . .	0,032	0,024
„ -Innenglieder . . . . .	0,02	0,016
Transport:	0,112	0,088

In Millimetern	1,2 mm medianwärts	1,6 mm medianwärts
Transport:	0,112	0,088
Membrana reticularis . . . . .	0,001	0,001
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht . . . . .	0,024	0,016
Membrana fenestrata . . . . .	0,004	0,004
Körnerschicht . . . . .	0,044	0,04
Spongiöse Schicht . . . . .	0,032	0,036
Ganglienzellenschicht . . . . .	0,008	0,008
Opticusfaserschicht . . . . .	0,04	0,04
Membrana limitans . . . . .	0,001	
Retina im Ganzen . . . . .	0,206	0,184

Ueber die Empfindlichkeit des Sperlings gegen Licht und Farben hat Graber [29] Untersuchungen an 10—12 Exemplaren angestellt. Danach zieht das Tier zufolge von 80 Beobachtungen das Helle dem Dunklen vor:

$$\begin{array}{ccc} \text{Hell} & \text{Dunkel} & \text{oder} \\ 582 & 308 & \frac{\text{Hell}}{\text{Dunkel}} = \frac{1}{0,5} \end{array}$$

Ferner wird nach 110, 50 Beobachtungen Rot dem Blau vorgezogen:

$$\begin{array}{ccc} \text{Hellrot} & \text{Dunkelblau} & \\ 467 & 743 & \\ \text{Dunkelrot} & \text{Hellblau} & \\ 179 & 371 & \end{array} \quad \text{oder} \quad \frac{\text{Rot}}{\text{Blau}} = \frac{1}{1,8}$$

Ebenso das Gelb dem Rot in 25 Beobachtungen:

$$\begin{array}{ccc} \text{Dunkelrot} & \text{Hellgelb} & \\ 172 & 72 & \text{oder} \quad \frac{\text{Rot}}{\text{Gelb}} = \frac{1}{2,4} \end{array}$$

Aehnlich verhält sich Rot zu Grün in 6 Beobachtungen:

$$\begin{array}{ccc} \text{Dunkelrot} & \text{Hellgrün} & \\ 18 & 62 & \text{oder} \quad \frac{\text{Rot}}{\text{Grün}} = \frac{1}{3,4} \end{array}$$

Mit Berücksichtigung der Helligkeit setzt jedoch Graber die beiden letzten Relationen vermutungsweise  $= \frac{1}{1,2}$  resp.  $\frac{1}{1,7}$  an.

Blau wird vor Gelb bevorzugt, nach 21 Beobachtungen:

$$\begin{array}{ccc} \text{Hellgelb} & \text{Dunkelblau} & \\ 124 & 128 & \text{oder} \quad \frac{\text{Gelb}}{\text{Blau}} = \frac{1}{1,2} \end{array}$$

Ebenso Hell vor Rot, Grün, nicht aber vor Blau, in 100, 50, 70 Beobachtungen:

Hell	Rot		Hell	Grün		Hell	Blau
846	154		421	129		315	455

$$\text{oder } \frac{\text{Hell}}{\text{Rot} - \text{Grün} - \text{Blau}} = \frac{1}{0,18 - 0,3 - 1,4}$$

Der Sperling ist also photophil und cyanophil.

### **Cardinalis virginianus.**

*Stäbchen* [9, Fig. 5]. Beim Cardinal hat das Stäbchenaussenglied 0,016—0,018, das Innenglied 0,022—0,024 mm Länge; letzteres ist an seinem chorioidealen Ende 0,003—0,0032 mm dick.

*Zapfen*. Die Oeltropfen verhalten sich wie bei *Fringilla spinus* (S. 14).

### Hirundinidae.

#### **Hirundo rustica.**

*Zapfen*. Die Oeltropfen sind hellgelb wie bei *Cypselus apus* und es finden sich etwa 5 % rote und eben so viel orangerote Oeltropfen. Die Farben sind weniger intensiv als bei *Cypselus apus* und namentlich die roten sind ganz hellrot [15, S. 779].

#### **Chelidon urbica.**

*Stäbchen- und Zapfenschicht*. Die Farben der Oeltropfen verhalten sich wie bei den anderen Schwalben. Es sind sehr sparsame rote paarweise mit orangefarbigen nachbarlich verbunden; zuweilen sitzen auch zwei solcher Paare zusammen. Alle übrigen Oeltropfen sind sehr schwach grünlichgelb, fast farblos wie bei den Eulen.

Am Aequator des 9 mm messenden Bulbus betragen die Dimensionen der Stäbchen und Zapfen:

In Millimetern	Länge	Breite
Stäbchen . . . . .	—	—
„ -Aussenglied . . . . .	—	—
„ -Innenglied . . . . .	0,0225	0,0015
„ -Ellipsoid . . . . .	0,045	0,0045
Zapfen . . . . .	0,0232	—
„ -Aussenglied . . . . .	0,06	0,002
„ -Innenglied . . . . .	0,0262	0,0045
„ -Oeltropfen . . . . .	0,003	0,003
Ellipsoid . . . . .	—	0,0045

*Fovea centralis.* Die Hausschwalbe hat zwei Foveae [2]: eine *Fovea centralis* und eine *Fovea lateralis*, beide liegen ungefähr in derselben Horizontalebene mit der Mundspalte. Die Papilla n. optici ist elliptisch, sie wird durch den Pecten verdeckt. Die Verlängerung ihrer grossen Axe geht zwischen beiden Foveae, etwas näher an der lateralen hindurch, beide sind 2,5 mm von einander entfernt. Vom oberen Rande des Pecten liegt die Fovea centralis 1,5, die Fovea lateralis 2,5 mm, letztere von der Ora serrata 1,25 mm entfernt. Der Bau beider Foveae ist übereinstimmend und wie bei *Corvus frugilegus* (s. unten); sie sind sehr tief und die Nervenversorgung verhält sich wie bei *Sterna*. — Alle diese Angaben rühren von Chievitz [2] her.

An einem 9 mm messenden Bulbus einer ausgewachsenen Hausschwalbe waren die Tiefen der Foveae nicht beträchtlich, was ja individuell verschieden sein kann:

In Millimetern	Area centralis	Fovea centralis	Area lateralis	Fovea lateralis
Dicke der Retina . . .	0,23	0,2	0,17	0,13
Tiefe der Fovea . . .	0,03	—	—	0,04

Die Dicke der Retinaschichten beträgt nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit:

In Millimetern	a <sup>1)</sup>	b <sup>2)</sup>	c <sup>3)</sup>
Pigmentschicht . . . . .	—	0,008	0,016
Stäbchen-Zapfenschicht . . . . .	—	0,052	0,068
„ -Aussenglieder . . . . .	—	0,024	0,04
„ -Innenglieder . . . . .	0,028	0,028	0,028
Membrana reticularis . . . . .	0,001	0,001	0,001
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht . . . . .	0,028	0,032	0,02
Membrana fenestrata . . . . .	0,004	0,004	0,004
Körnerschicht . . . . .	0,046	0,052	0,04
Spongiöse Schicht . . . . .	0,032	0,036	0,032
Ganglienzellenschicht . . . . .	} 0,024	0,008	} 0,008
Opticusfaserschicht . . . . .		0,012	
Membrana limitans . . . . .	0,001	0,001	0,001
Retina im Ganzen . . . . .	—	0,206	0,184

## Turdidae.

### **Turdus merula.**

*Zapfen.* Die Innenglieder sind verhältnismässig dick, z. B. 0,01 breit auf 0,0255 mm Länge im unteren lateralen Quadranten. Ihre Oeltropfen sind carmoisinrot, orangegelb, bläulich, ausserdem finden sich zahlreiche grosse grünliche, von 0,0038 mm Durchmesser. Im lateralen oberen Quadranten, entsprechend dem Orangefeld des Huhnes sind die Farben: carmoisinrot, orange, gelbgrün, bläulich und mit Ausnahme der letzteren gesättigter oder intensiver als in der übrigen Retina.

*Area und Fovea centralis.* Die Drossel besitzt eine schöne Fovea centralis (Taf. I. Fig. 2). Der Pecten bildet mit der Verticallinie einen nach unten offenen Winkel von ca. 56°. Die Fovea

<sup>1)</sup> 2,5 mm lateralwärts vom oberen Ende des Pecten, nach Behandlung mit Säurefuchsin und Paraffin.

<sup>2)</sup> 4 mm lateralwärts vom oberen Ende des Pecten, nach Behandlung mit Säurefuchsin und Paraffin.

<sup>3)</sup> Am Aequator, in Glycerin untersucht.



centralis lag in einem 13 mm grossen Bulbus, 0,66 mm über und zugleich 0,86 mm medianwärts von dem oberen Ende des Pecten und ihre Verbindungslinie mit diesem Ende bildete mit der Verticalen einen nach unten offenen Winkel von 52°. Wie beim Stieglitz (s. *Fringilla carduelis*, S. 10) liegt also die Fovea nahezu in einer auf die Richtung des Pecten von seinem oberen Ende senkrecht stehenden Linie. Die Fovea ist eine 0,2 mm tiefe, chorioidealwärts nach ihrem Grunde hin steil abfallende Grube von 0,6 mm senkrechter Höhe und 0,4 mm horizontaler Breite. Umgeben wird sie von einer rundlichen Verdickung der Retina, der *Area centralis*, welche etwa 0,16 mm Durchmesser hat. In der Area wie in der Fovea verhält sich der Bau der Retina ganz wie bei der Taube. In ersterer sind die Aussenglieder und Innenglieder der Zapfen länger, die letzteren selbst dünner als im übrigen Hauptteil der Retina, die Zapfenkörner länglich, die Zapfenkörnerschicht dicker, die Anzahl der über einander gelagerten Körner steigt von etwa 30 auf mindestens 40 und an der Peripherie der Area sind sie zu schräg gestellten Säulen geordnet, deren Längsachsen gegen die Fovea hin convergieren. Die spongiöse Schicht ist nicht verdickt und enthält wie sonst in der Retina 5—6 dunklere Streifen. *Diese rücken in der Fovea selbst ganz nahe zusammen.* Die Ganglienzellen sind zahlreicher, ihre Schicht verdickt sich auf Kosten der Opticusfaserschicht.

In der Fovea nimmt die Dicke der Retina sehr erheblich ab. Die Innenglieder der Zapfen sind verlängert, die Schicht der Zapfenkörner sehr viel dünner und letztere sind auf eine Lage reduciert. Ebenso vermindert sich die Anzahl der Körner, die Dicke der spongiösen und Ganglienzellenschicht. Die Opticusfaserschicht enthält nur die Ansätze der radialen Stützfasern. Auf Schnitten, die den oberen Rand der Fovea tangieren, sieht man, dass letztere nach oben mit einer ganz feinen, nur 0,004 mm weiten Spalte aufhört. Die Dimensionen betragen nach Behandlung mit 2,5 procentiger Salpetersäure und Paraffin:

In Millimetern	Fovea centralis <sup>1)</sup>	Area, 0,2 mm von der Fovea	Area, 0,4 mm von der Fovea	0,2 mm medianwärts v. ob. Ende des Pecten	0,2 mm lateralwärts v. ob. Ende des Pecten	Mitte der lateralen Quadranten	Am Aequator <sup>2)</sup>	Ora serrata <sup>3)</sup>
Pigmentschicht und Aussenglieder . . .	0,048	0,052	0,056	0,036	0,044	0,028	0,02	—
Innenglieder . . .	0,018	0,012	0,012	0,02	0,024	0,028	0,024	0,026
Membrana reticularis .	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht . . . . .	0,016	0,052	0,068	0,024	0,03	0,018	0,016	0,016
Membrana fenestrata .	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003	0,004	0,003
Körnerschicht . . . .	0,034	0,164	0,16	0,064	0,092	0,072	0,06	0,036
Spongiose Schicht . .	0,016	0,064	0,06	0,036	0,06	0,048	0,048	0,024
Ganglienzellenschicht .	} 0,012	0,032	0,026	0,008	0,016	} 0,068	0,016	} 0,06
Opticusfaserschicht . .		0,012	0,006	0,128	0,056		0,04	
Membrana limitans . .	0,002	0,0115	0,0015	0,0015	0,0015	—	0,0015	—
Retina im Ganzen . .	0,15	0,368	0,393	0,3225	0,3235	0,278	0,23	0,178

### Laniidae.

#### **Lanius excubitor.**

Die Pigmentkrystalle verhalten sich wie beim Huhn, sie sind aber grösser, 0,0027—0,004 mm lang [65, Fig. 10].

### Oriolidae.

#### **Oriolus galbula.**

Heinemann [63] schildert einen gekreuzten Verlauf von zwei fast senkrecht zur Ebene der Retina gestellten Fasersystemen, welcher in grosser Ausdehnung im Hintergrunde des Bulbus beim Pirol stattfindet und an die Retina des Chamaeleon erinnert. Es scheint sich danach um eine grössere Area centralis bei diesem Vogel zu handeln.

<sup>1)</sup> Tiefste Stelle im Centrum der Fovea.

<sup>2)</sup> 2 mm proximalwärts von der Pars ciliaris.

<sup>3)</sup> 0,3 mm proximalwärts von der Pars ciliaris.

## Sturnidae.

Bei mehreren amerikanischen Staaren (sp.?) fand Heinemann [8] sehr sparsame farbige Oeltropfen, im Vergleich zu den fast farblosen. *Hierin gleichen diese Tiere den Eulen.*

**Sturnus vulgaris.**

Die Retina ist nur von Chievitz [2] untersucht, der darin eine sehr tiefe *Fovea centralis* fand. Die Körner zeigen in Flächenschnitten der Retina eine auf das Centrum der Fovea gerichtete radiäre Anordnung, an welcher die sogenannten Spongioblasten aber nicht teilnehmen [2, Taf. VI. Fig. 8]. Die Aussenglieder der Zapfen sind kürzer als in der übrigen Retina, wie bei *Corvus frugilegus* (s. unten).

## Corvidae.

**Pica caudata.**

Das Auge hat etwa 17 mm Durchmesser. Die Retina der Elster gleicht am meisten derjenigen der Taube. Sie hat eine tiefe *Fovea centralis* [2] wie *Corvus frugilegus* (s. unten).

*Stäbchen- und Zapfenschicht.* Sowohl die Stäbchen als die Zapfen und deren Ellipsoide sind schlank, was mit der Sehschärfe des Vogels im Einklang steht. Es giebt auch Doppelzapfen. Die Dimensionen betragen nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit und Paraffin, etwas medianwärts von der Mitte der Länge des Pecten:

In Millimetern	Stäbchen		Zapfen	
	Länge	Breite	Länge	Breite
Im Ganzen. . . . .	0,045	—	0,03	—
Aussenglied . . . . .	0,015	0,0015	0,0075	0,0007
Innenglied . . . . .	0,03	0,005	0,0225	0,003
Ellipsoid . . . . .	0,01	0,003	0,006	0,003
Oeltropfen . . . . .	—	—	0,003	0,003
Hyperboloid . . . . .	0,005	0,001	—	—

Als Dimensionen der Retinaschichten bei derselben Behandlungsmethode ergaben sich:

In Millimetern	a <sup>1)</sup>	b <sup>2)</sup>	c <sup>3)</sup>
Pigmentschicht . . . . .	} 0,064 0,024 0,04 0,001	0,024	—
Stäbchen und Zapfenschicht . . . . .		0,044	0,044
„ -Aussenglieder . . . . .		0,02	0,016
„ -Innenglieder . . . . .		0,028	0,028
Membrana reticularis . . . . .	0,001	0,001	0,001
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht . . . . .	0,044	0,044	0,034
Membrana fenestrata . . . . .	0,004	0,004	0,004
Körnerschicht . . . . .	0,088	0,136	0,08
Spongiöse Schicht . . . . .	0,06	0,096	0,068
Ganglienzellschicht . . . . .	0,016	0,024	0,016
Opticusfaserschicht . . . . .	0,018	0,056	0,032
Membrana limitans . . . . .	0,001	0,001	0,001
Retina im Ganzen . . . . .	0,458	0,41	0,28

### Monedula turrium.

Die Retina (Taf. I. Fig. 3) verhält sich wie bei den Raben. Es sind auch Doppelzapfen vorhanden:

In Millimetern	Länge	Breite
Stäbchen . . . . .	0,0405	—
„ -Aussenglied . . . . .	0,021	0,003
„ -Innenglied . . . . .	0,0195	0,002
„ -Ellipsoid . . . . .	0,009	0,0045
Hauptzapfen . . . . .	0,0495	—
„ -Aussenglied . . . . .	0,0195	0,0025
„ -Innenglied . . . . .	0,03	0,003
„ -Oeltropfen . . . . .	0,003	0,003
„ -Ellipsoid . . . . .	0,0075	0,0045
Nebenzapfen . . . . .	0,026	—
„ -Aussenglied . . . . .	0,005	0,0008
„ -Innenglied . . . . .	0,0255	0,006
„ -Ellipsoid . . . . .	0,009	0,006

<sup>1)</sup> 1 mm unterhalb und 0,5 mm lateralwärts vom oberen Ende des Pecten.

<sup>2)</sup> 1 mm lateralwärts vom und etwas oberhalb des oberen Endes des Pecten; die spongiöse Schicht hatte an dieser Stelle 6 dunklere Streifen.

<sup>3)</sup> Am Äquator der lateralen Seite des Bulbus.

Die Innenglieder der einfachen Zapfen sind 0,004—0,006 mm dick.

*Area centralis.* Ob eine Fovea centralis vorhanden ist, war an dem einen zur Verfügung stehenden Auge nicht zu ermitteln, lateralwärts vom oberen Ende des Pecten entspricht aber der Bau der Retina einer Area centralis. Es sind 2—3 Reihen von Ganglienzellen und wenigstens 15 Körner anstatt etwa 8 im übrigen Hintergrund des Bulbus über einander gelagert. Die Dimensionen betrugen nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit, Säurefuchsin und Paraffin:

In Millimetern	Hintergrund des Bulbus (Glycerin)	2 mm lateralwärts vom oberen Ende des Pecten
Pigmentschicht . . . . .	0,02	} 0,044
Stäbchen-Zapfenschicht . . . . .	0,06	
„ -Aussenglieder . . . . .	0,034	
„ -Innenglieder . . . . .	0,026	
Membrana reticularis . . . . .	0,001	0,001
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht . . . . .	0,03	0,028
Membrana fenestrata . . . . .	0,006	0,004
Körnerschicht . . . . .	0,068	0,08
Spongiöse Schicht . . . . .	0,056	0,064
Ganglienzellenschicht . . . . .	0,008	0,016
Opticusfaserschicht . . . . .	0,02	0,072
Membrana limitans . . . . .	0,002	0,0015
Retina im Ganzen . . . . .	0,271	0,3345

### Corvus corax.

Der Kolkrabe zieht nach Graber [29] das Dunkle dem Hellen vor, nämlich in 40 Versuchen:

$$\begin{array}{ccc} \text{Hell} & \text{Dunkel} & \text{oder} \\ 7 & 33 & \frac{\text{Hell}}{\text{Dunkel}} = \frac{1}{4,7} \end{array}$$

Ebenso das Dunkel dem Rot:

$$\begin{array}{ccc} \text{Rot} & \text{Dunkel} & \text{oder} \\ 2 & 226 & \frac{\text{Rot}}{\text{Dunkel}} = \frac{1}{9} \end{array}$$

Auch das Dunkel dem Blau:

$$\begin{array}{ccc} \text{Blau} & \text{Dunkel} & \text{oder} \\ 3 & 17 & \frac{\text{Blau}}{\text{Dunkel}} = \frac{1}{5,7} \end{array}$$

Dagegen das helle Rot dem Blau nach 80 Beobachtungen:

$$\begin{array}{ccc} \text{Hellrot} & \text{Dunkelrot} & \text{oder} \\ 58 & 22 & \frac{\text{Rot}}{\text{Blau}} = \frac{1}{0,4} \end{array}$$

Sowie das Gelb dem Blau bei 28 Beobachtungen:

$$\begin{array}{ccc} \text{Gelb} & \text{Blau} & \text{oder} \\ 19 & 9 & \frac{\text{Gelb}}{\text{Blau}} = \frac{1}{0,5} \end{array}$$

Der Kolkrabe ist also entschieden photophob und cyanophob, aber erythrophil.

### **Corvus corone.**

*Fovea centralis.* Es ist nur eine Fovea centralis am hinteren Pol des Bulbus vorhanden [4, S. 207. Taf. IX. Fig. 8], daselbst sind die Stäbchen dünner als am Aequator. Ausser schlanken Zapfen mit gelben Oeltropfen sind zahlreiche Stäbchen und auch einzelne rote Oeltropfen vorhanden, so dass die Fovea der Krähe im Bau dem Rande der Fovea des Falken (*Buteo vulgaris*, S. 47) gleicht und offenbar weniger vollkommen organisiert ist, als letztere.

### **Corvus cornix.**

Die Retina der Nebelkrähe verhält sich ganz wie die von *Corvus corone* [4]. Ueber die Membrana perforata vergl. unten Huhn.

### **Corvus frugilegus.**

Die Retina der Saatkrähe ist nur von Chievitz [2] untersucht. Sie besitzt eine sehr gut ausgebildete, tiefe und enge, runde resp. in horizontaler Richtung etwas länger gestreckte Fovea nebst Area centralis. Die Fovea liegt am proximalen Pol des Bulbus, ungefähr 2 mm nach oben und medianwärts vom oberen Rande des Pecten [2]. Etwa in der Mitte zwischen Area und Papilla n. optici zeigt die Retina folgendes Verhalten.

**Pigmentschicht.** Die Pigmentzellen haben verschiedene Durchmesser [74]:

In Millimetern	Mitte der Area	Nahe an d. Papilla n. optici	Augen- hintergrund
Länge . . . . .	0,0429	—	0,066
Breite. . . . .	0,0132	0,0166	0,0166

### Stäbchen- und Zapfenschicht.

*Zapfen.* Die Innenglieder sind sämtlich 0,0022 mm dick, 0,0198 bis 0,0203 mm lang, aber von verschiedener Länge (vergl. unten Taube), indem auf senkrechten Durchschnitten zwei Reihen von Ellipsoiden über einander erscheinen; der Unterschied beträgt am Aequator 0,005 mm [2].

*Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht.* Diese Körner liegen in der Mitte zwischen Papilla n. optici und Area in drei Lagen über einander: die chorioideale besteht aus längeren und schlankeren Körnern von 0,011 mm Länge auf 0,0022 mm Breite, die beiden vitrealen Lagen haben nur 0,0066—0,0077 mm Länge auf 0,0044 mm Breite [2].

*Membrana fenestrata.* Die Zapfenfaserkegel bilden auf senkrechten Schnitten der Retina eine deutlich markierte Reihe; daran schliesst sich eine Reihe abgeplatteter Kerne [2], welche offenbar den Zellen der genannten Membran angehören.

*Körnerschicht.* Die am weitesten chorioidealwärts befindliche einfache Lage zeichnet sich durch beträchtlichere Grösse und intensivere Chromatophilie aus, sie kann daher als der *Membrana perforata* homolog angesehen werden. — Die eigentlichen Körner sind in dieser Gegend zu etwa 11 über einander geschichtet, eine deutliche Differenzierung sogenannter Spongioblasten vitrealwärts von den Kernen der radialen Stützfasern ist nicht nachzuweisen.

*Ganglienzellenschicht.* Ihre Zellen bilden nur eine einzige Lage [2].

*Area und Fovea centralis.* Sie sind von Chievitz entdeckt und abgebildet [2, Taf. VI. Fig. 3]. Die Saatkrähe hat eine ausserordentlich deutlich ausgebildete Area nebst einer tiefen Fovea centralis, welche sehr an die menschliche erinnert. Die Dicke der Netzhaut zwischen den Membranae reticularis und limitans beträgt in der Nähe der Papilla n. optici 0,305 mm, steigt in der Area auf 0,378 mm, sinkt in der Fovea auf 0,063 mm herab und beträgt ca. 6 mm peripherwärts von der letzteren 0,207 mm [2].

*Area centralis.* Die Verdickung in der Area beruht auf Vermehrung der Elemente in der Zapfenkörnerschicht, Körnerschicht und Ganglienzellenschicht, während die Membrana fenestrata nebst der

spongiösen Schicht ihre Dicke beibehalten und die der Opticusfaserschicht abnimmt. Die Zapfennenglieder sind nur halb so dick, nämlich 0,0011 mm, als in der übrigen Retina [74].

*Membrana fenestrata.* Ihre Zellen sind in der Area ein wenig höher und dichter gedrängt.

*Körnerschicht.* Die Zellen der *Membrana perforata* treten in dreifacher Lage auf, sie werden von den übrigen Körnern durch einen kernfreien Raum getrennt. Zwischen den eigentlichen Körnern, deren Anzahl bis auf 21 steigt und den ebenfalls bis auf 11 vermehrten Spongioblasten bleibt ein weiter heller, von den radialen Stützfäsern durchsetzter Raum, die in dieser Gegend ihre Kerne besitzen. Die eigentlichen Körner und die radialen Stützfäsern, nicht aber die Zellen der *Membrana perforata* und die sogen. Spongioblasten zeigen auf verticalen wie auf Flächenschnitten eine Anordnung zu radiären, vom Centrum der Fovea ausstrahlenden Säulen.

*Spongiöse Schicht.* Sie scheint zwei dunklere Streifen zu enthalten [2, Taf. VI. Fig. 3] und nimmt gegen die Fovea hin an Dicke ab.

*Ganglienzellenschicht.* Ihre Zellen liegen bis zu 5–6 an Zahl über einander [2, 76].

*Opticusfaserschicht.* Ihre Dicke nimmt wie gesagt gegen die Fovea hin ab.

Die Entwicklung der Area ist von Chievitz [74] studiert worden.

*Fovea centralis.* Sie ist sehr tief und eng [76, 2]. Die Zellen der *Pigmentschicht* sind kleiner und niedriger: 0,04, anstatt am Aequator 0,05 mm hoch. Die chorioideale Begrenzung der Schicht zeigt keinerlei Ausbuchtung, letztere ist aber im ganzen erheblich dünner als in der Area.

*Stäbchen- und Zapfenschicht.* Die Zapfen sind sämtlich von gleicher Länge, ihre Innenglieder nur halb so dick als am Aequator; ihre Länge nimmt gegen die Fovea hin ab und beträgt nur 0,0077 bis 0,01 mm in deren Mitte. Die *Membrana limitans* erscheint daher gegen die Chorioidea hin convex ausgebuchtet, während sonst die Stäbchenschicht in der Fovea an Dicke zuzunehmen pflegt [76]. Ob die Aussenglieder ebenfalls verlängert (beim Menschen von 0,012 auf 0,043 mm [35, 36]) oder verkürzt sind, lässt sich nicht sagen. Die



Dicke der Innenglieder ist in der Fovea 3—4mal geringer als am Aequator [76].

*Zapfenkörnerschicht.* Am Rande der Fovea verdickt sie sich, so dass sie vitrealwärts eine leicht convexe Ausbuchtung zeigt.

*Membrana fenestrata.* Ihre Zellen setzen sich in der Fovea (wie beim Menschen [35, S. 168. Fig. 93]) in ununterbrochener Reihe fort.

*Körnerschicht.* Die Zellen der *Membrana perforata* vermindern sich auf eine einzige Lage.

Von eigentlichen Körnern sind im Grunde der Fovea je zwei übereinander gelagert, die von der Membrana limitans durch eine dünne Schicht *spongiöser Substanz* getrennt werden. Die Ganglienzellschicht und Opticusfaserschicht fehlen in der Fovea vollständig; hierauf beruht deren Einbuchtung, sowie auf Verminderung der Dicke der Pigmentschicht, der Zapfenschicht, Zapfenkörnerschicht, Körnerschicht und der spongiösen Schicht, die sich daher mit Ausnahme der Pigmentschicht sämtlich chorioidealwärts convex ausbuchten. Nur die Membranae reticularis, fenestrata, perforata und limitans bleiben im wesentlichen unverändert und documentieren dadurch von neuem ihre Selbstständigkeit.

*Spongiöse Schicht.* Sie verdünnt sich in der Fovea.

*Ganglienzellschicht.* Die Zellen fehlen in der Fovea [76, Taf. VI. Fig. 3].

## Strigidae.

### **Strix flammea.**

Der Bulbus hat im frischen Zustande etwa 18 mm Durchmesser, nach Härtung in 2,5 procentiger Salpetersäure und Einbettung in Paraffin nur noch 14 mm.

*Stäbchen- und Zapfenschicht.* Nach Aufbewahrung des Tieres im Dunkeln blasst der Sehpurpur, abweichend von *Syrnium aluco* (s. unten), am Tageslicht zu einer braunrötlichen, allmählich verschwindenden Farbe ab, ohne gelb zu werden. Das Auge war aber nicht ganz frisch zu nennen.

*Stäbchen.* Die Aussenglieder sind sehr lang, sie zeigen deutlichen Sehpurpur (rötlichen Atlasglanz, M. Schultze [4], S. 208).

*Zapfen.* Ihre Aussenglieder sind lang und zugespitzt. Die Oeltropfen haben schön citrongelbe Farbe, die schon von Michaelis [21] gut abgebildet wurde. Dazwischen liegen zahlreicher und intensiver gefärbte orangefarbige Oeltropfen, als sie *Athene noctua* besitzt [13, S. 29; 15, S. 776]. — Das junge aus dem Neste genommene Tier zeigt nur sehr sparsame, in weiten Abständen befindliche hellgelbe Oeltropfen, zugleich sind die Stäbchen und Zapfen dünn, so dass ein von dem der erwachsenen Eule sehr abweichendes Bild resultiert [15, S. 778].

*Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht.* Eine Abbildung derselben hat Denissenko [70, Taf. XXI. Fig. 6] gegeben und ausführlich verschiedene Formen von Hohlräumen beschrieben, die beim „Adler“, der „Nacht-eule“, dem Uhu, der Taube, dem Huhne, Perlhuhne, sowie bei allen Wirbeltieren vorkommen sollen. Infolge der Untersuchungsmethode Denissenko's, die in ungenügender Härtung in Müller'scher Flüssigkeit und Schrumpfung in absolutem Alkohol bestand, ist leider die citierte Arbeit so gut wie unbrauchbar geworden.

*Area und Fovea lateralis.* Eine Fovea centralis ist nicht vorhanden, wohl aber die schon von H. Müller [1] bei den Eulen erwähnte Fovea lateralis. Sie liegt 3 mm lateralwärts vom oberen Ende des N. opticus und 2,3 mm oberhalb des letzteren, also etwa 3,5 mm entfernt von demselben; ihr Abstand von der Pars ciliaris beträgt etwa 5 mm (vergl. *Athene noctua*, S. 37). Die Area ist nur wenig über das Niveau der Retina erhaben, etwa um 0,015 mm, und dem entsprechend ist auch die Fovea flach und nur in ihrem eigentlichsten Centrum verschwinden die Ganglienzellen ganz. Ihre Tiefe betrug an einem Auge 0,02, der Breitendurchmesser 0,5 und der Höhendurchmesser 0,24 mm. An dem anderen Auge desselben Tieres erschien die Fovea tiefer, etwa 0,05 mm tief, doch war die Messung nicht ganz zuverlässig. Jedenfalls kommen individuelle Verschiedenheiten vor. In der Area sind die Zapfen sehr zahlreich, die Aussenglieder, namentlich diejenigen der Stäbchen lang, die Membrana reticularis ist glaskörperwärts convex ein wenig eingebuchtet (Taf. I. Fig. 4). Die Dimensionen betrugen nach der angegebenen Behandlung:

In Millimetern	Area latera- lis	Fovea latera- lis	a <sup>1)</sup>	b <sup>2)</sup>	c <sup>3)</sup>	d <sup>4)</sup>	e <sup>5)</sup>
Pigmentschicht. . . . .	—	—	—	0,032	0,04	0,032	0,02
Zapfenschicht . . . . .	0,064	0,044	0,054				
„ -Aussenglieder . . . . .	0,04	0,024	0,03				
„ -Innenglieder . . . . .	0,024	0,02	0,024				
Membrana reticularis . . . . .	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Zapfenkörnerschicht . . . . .	0,044	0,04	0,04	0,045	0,028	0,03	0,016
Membrana fenestrata . . . . .	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Körnerschicht . . . . .	0,036	0,044	0,038	0,036	0,028	0,02	0,012
Spongiose Schicht. . . . .	0,036	0,04	0,034	0,03	0,024	0,024	0,02
Ganglienzellschicht . . . . .	0,01	0,02	0,008	0,008	0,008	0,012	0,01
Opticusfaserschicht . . . . .	0,02		0,02	0,044	0,04		
Membrana limitans . . . . .	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015
Retina im Ganzen . . . . .	0,2165	0,1945	0,2005	0,2215	0,1745	0,1255	0,0845

### Syrnium aluco.

**Pigmentschicht.** Ihre Zellen bieten Differenzen, je nachdem das Tier im Dunkeln oder im Hellen aufbewahrt war [31, S. 257]. Im ersten Falle finden sich grössere blassgelbe, im zweiten Falle zahlreichere kleinere, intensiv citrongelbe Fetttropfen im chorioidealen Abschnitt der Pigmentzellen, doch kommen solche auch bei dem im Dunkeln gehaltenen Tiere vor.

#### Stäbchen- und Zapfenschicht.

**Stäbchen.** Sie verhalten sich wie bei *Strix flammea* (Abbildung s. 4, Taf. IX. Fig. 10 — wahrscheinlich *Strix aluco*).

**Zapfen.** Die Zapfen (Taf. I. Fig. 5) sind dünn, ihre Dimensionen betragen nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit und Glycerin in der Gegend des Aequator:

In Millimetern	Länge	Breite
Aussenglied . . . . .	0,009	0,002
Innenglied . . . . .	0,027	0,004
Oeltropfen . . . . .	0,003	0,003

<sup>1)</sup> 0,1 mm medianwärts vom Centrum der Fovea lateralis.

<sup>2)</sup> 0,2 mm medianwärts vom oberen Ende des Pecten.

<sup>3)</sup> 0,5 mm lateralwärts vom unteren Ende des Pecten.

<sup>4)</sup> An der medialen Seite des Aequators in der Höhe des oberen Endes des Pecten.

<sup>5)</sup> An der medialen Seite der Ora serrata, 0,5 mm lateralwärts von der Pars ciliaris.

Ihre Oeltropfen sind hellgelb [4, Taf. IX. Fig. 10 c]; orangerote sind noch sparsamer als bei *Athene noctua*, die also zwischen *Syrnium* und *Strix flammea* in der Mitte steht. In einigen Fällen sah Dobrowolsky [55] auch rote Oeltropfen.

Kühne [31, S. 258] fand zahlreiche blassgrünlichgelbe grössere und intensiv gelbe Oeltropfen in den Zapfen-Innengliedern bei *jungen* Tieren (vergl. unten *Athene noctua*); bei einem älteren Exemplar auch schwach rot gefärbte Oeltropfen.

*Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht.* Diese Körner liegen meistens bis zu 9 über einander, die eigentlichen *Körner* zu 6—7. Die Zellen der *Membrana perforata* sind an der sehr wenig haematoxinophilen Beschaffenheit leicht von den letzterwähnten Körnern zu unterscheiden.

Die *Körner* sind an anderer Stelle zu 9—10 über einander gelagert. — Die *Ganglienzellen* scheiden sich sehr auffällig in grosse und kleine, deren Dimensionen betragen:

In Millimetern	Länge	Breite
Grosse Ganglienzelle . .	0,012	0,008
„ Kern . . . . .	0,006	0,006
„ Kernkörperchen . .	0,001	0,001
Kleine Ganglienzelle . .	0,009	0,005
„ Kerne . . . . .	0,004	0,004

Die Dicke der Retinaschichten beträgt nach Behandlung der Retina (Taf. II. Fig. 7) mit Müller'scher Flüssigkeit, Alkohol, Haematoxylin und Paraffin:

In Millimetern	1 mm über und 4,6 mm lateralwärts vom Pecten	3,4 mm medianwärts vom oberen Ende des Pecten
Pigmentschicht . . . . .	0,008	0,008
Stäbchen-Zapfenschicht. . . . .	0,06	0,06
„ -Aussenglieder . . . . .	0,036	0,04
„ -Innenglieder . . . . .	0,024	0,02
Membrana reticularis . . . . .	0,001	0,001
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht . . . . .	0,036	0,028
Transport:	0,165	0,157

In Millimetern	1 mm über und 4,6 mm lateralwärts vom Pecten	3,4 mm medianwärts vom oberen Ende des Pecten
Transport:	0,165	0,157
Membrana fenestrata . . . . .	0,004	0,004
Körnerschicht . . . . .	0,036	0,044
Spongiöse Schicht . . . . .	0,032	0,032
Ganglienzellenschicht . . . . .	0,01	} 0,02
Opticusfaserschicht . . . . .	0,016	
Membrana limitans . . . . .	—	0,0015
Retina im Ganzen . . . . .	0,204	0,2005

### **Bubo virginianus.**

Die Retina ist nur im frischen Zustande von Kühne [31, S. 382] und zwar im Dunkeln untersucht. Sie sieht unter diesen Umständen tief purpurbraun aus.

*Pigmentschicht.* Die Zellen sind klein, die Pigmentkrystalle braun und ungewöhnlich lang, nadelförmig. Ausserdem enthalten die Zellen an einigen Stellen gelbes körniges Pigment.

*Stäbchen.* Ihre Aussenglieder erschienen rosenrot. Sie sind sehr lang und dünn.

*Zapfen* sind sparsam, ihre Oeltropfen schwach hellgelb oder grünlichblau.

### **Athene noctua.**

*Pigmentschicht.* Die Pigmentkörnchen wandern wie bei der Taube [26]; sie sind ausgezeichnet durch goldgelbe Fetttropfen, was bei der geringen Anzahl farbiger Oeltropfen in den Zapfennengliedern und der Intensität des Sehpurpurs in den Stäbchenaussengliedern bemerkenswert ist. Ausserdem enthalten die Pigmentzellen zahlreiche aleuronoide Körnchen [26, S. 385].

*Stäbchen- und Zapfenschicht* (Taf. II. Fig. 8).

*Stäbchen.* Sie verhalten sich wie bei *Strix flammea*. [Abbildungen s. 4, Taf. IX. Fig. 11; 13, Taf. II. Fig. 35 und 36.]

Der Sehpurpur ist (wie bei den Eulen überhaupt) intensiv und besonders durch seine Resistenz gegen Licht ausgezeichnet [26, S. 373].

woraus sich erklärt, dass schon M. Schultze [4, S. 208] denselben bei *Strix flammea* gesehen hat.

*Zapfen.* Die Zahl der Zapfen überwiegt ein wenig diejenige der Stäbchen [15, S. 778]. — Die Oeltropfen der Zapfennenglieder, deren Durchmesser Michaelis [21, S. 12] auf kaum 0,0038 mm angab, sind hellgelb [Michaelis, 21; — 4, Fig. 11]. In einem Gesichtsfelde von 0,25 mm Durchmesser fanden sich 584 hellgelbe Oeltropfen, 4 orangefarbene von 0,002 mm Durchmesser. Dies ergibt 11897 Oeltropfen auf das Quadratmillimeter Netzhaut [13, S. 29] und 7 orangefarbige auf 1000 hellgelbe Oeltropfen (15, S. 777).

*Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht.* Die Stäbchenkörner sind ziemlich quergestreift [13, Taf. II. Fig. 36], wenn man die Augen 24 Stunden lang in 3 procentige Essigsäure eingelegt hat und sie im Wasser untersucht.

*Membrana fenestrata.* Sie wurde schon früher erwähnt [13; 23, S. 258].

*Körnerschicht.* Schwalbe [37, S. 450] hat eine complicierte Hypothese aufgestellt, zufolge welcher die Körner bei den Eulen relativ zu den Stäbchen- und Zapfenkörnern weniger zahlreich sein sollten als bei anderen Vögeln. Unglücklicherweise ist zunächst die Grundlage falsch, nämlich die Annahme, wonach die Anzahl der Stäbchen bei den nächtlichen Tieren beträchtlicher sein sollte, während doch in Wahrheit der Unterschied nur in der Farbe der Oeltropfen besteht, die bei den im hellsten Sonnenlicht fliegenden Schwalben ebenso hellgelb sind, wie bei den Eulen. Davon abgesehen, ist die Zahl der Körner oder die Dicke der Körnerschicht keineswegs geringer als sonst. (Vergl. die Abbildung von *Strix flammea*, Taf. I. Fig. 4.)

Die Anzahl der über einander gelagerten, 0,006 mm messenden Körner schwankt zwischen 10—16.

*Fovea lateralis.* Bei den Eulen beschrieb H. Müller [38] eine sehr weit lateralwärts gelegene Fovea, so dass ein gemeinschaftlicher Sehact mit den Foveae beider Augen mindestens sehr wahrscheinlich ist. Chievitz [2] hatte nur Gelegenheit, ein grösseres aus dem Neste genommenes Junges zu untersuchen.

*Fovea lateralis.* Sie liegt 4 mm nach oben und lateralwärts

vom oberen Ende des Pecten und 5 mm von der Ora serrata entfernt, auf der Grenze zwischen lateralem und mittlerem Drittel der hinteren Hälfte des horizontalen Meridians. Die Verlängerungslinie der grossen Axe der elliptischen Papilla n. optici resp. der Basis des Pecten geht medianwärts von der Fovea vorbei. Die Nervenbündel, welche letztere versorgen, stammen vom oberen Ende des lateralen Randes der Papilla n. optici [2].

Die Dimensionen betragen an Präparaten, die in Müller'scher Flüssigkeit conserviert und in Glycerin untersucht wurden:

In Millimetern	Hintergrund des Bulbus, Glycerin
Pigmentschicht . . . . .	} 0,04
Stäbchen-Zapfenschicht . . . . .	
„ -Aussenglieder . . . . .	
„ -Innenglieder . . . . .	0,024
Membrana reticularis . . . . .	0,001
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht . . . . .	0,02
Membrana fenestrata . . . . .	0,004
Körnerschicht . . . . .	0,064
Spongiöse Schicht . . . . .	0,022
Ganglienzellenschicht . . . . .	0,006
Opticusfaserschicht . . . . .	0,012
Membrana limitans . . . . .	0,0015
Retina im Ganzen . . . . .	0,1945

*Farbenempfindungen.* Die Eulen sind in ganz besonderer Weise für die Lehre vom Farbensinn bedeutungsvoll geworden, wobei eine historische Erläuterung notwendig sein dürfte.

Von mir [11, 12] waren zwei Notizen veröffentlicht worden. In der ersten [11, 1863] war über die Retina von *Lacerta agilis* gesagt: „Das Vorkommen von dreierlei durch die Farben (orangerot, gelbgrünlich, blassblau) der Oeltropfen characterisierten Zapfen bei diesem Tier ist von allgemeinerem Interesse in Bezug auf die Folgerungen, welche aus den Beobachtungen über Farbenblindheit gezogen worden sind: dass nämlich drei Arten von Farbenempfindungen vermittelnden Elementen gefordert werden.“ In der späteren Notiz [12, 1865] wurde hervorgehoben: „Bei der Eidechse sind in den Farben jener Oeltröpfchen

sämtliche Hauptnuancen des Spectrum vertreten. Vielleicht weist dieser Umstand auf eine Bedeutung der Zapfen für die Farbenempfindungen hin.“ Bei einer anderen Gelegenheit [13, S. 53] wurden beide Stellen nochmals abgedruckt und die Zapfenzellen als „Farbenzellen“ bezeichnet [15, S. 749].

Zu jener Zeit hatte H. Müller gefunden, dass in der Körnerschicht zwei Arten radiärer Fasern vorhanden sind, die sich häufig spitzwinklig durchkreuzen. Nämlich die radialen Stützfaseren und die mit den eigentlichen Körnern zusammenhängenden Kornfasern [14, S. 163]. Erstere sind bindegewebiger, letztere nervöser Natur.

M. Schultze [4] seinerseits fand auch in der Stäbchen-Zapfenkörnerschicht *zwei* Arten von radiären Fasern. Ohne die Entwicklungsgeschichte zu beachten, welche die epithelialen Schichten der Retina dem Epithel des embryonalen Centralkanales zu homologisieren nötigt, in welches Epithel jedenfalls kein Bindegewebe hineinreicht, liess M. Schultze die bindegewebigen Radialfasern sich an die Membrana reticularis inserieren und fand zwischen denselben Stäbchenfasern, die bei den Säugern varicos aussehen können und von M. Schultze [4, S. 187] unbedenklich für Nervenfasern erklärt wurden, obgleich sie in Wahrheit Zellenkörpern homolog sind. Da nun, wenigstens bei Amphibien, die Stäbchenaussenglieder sich in Ueberosmiumsäure schwärzen wie das Mark doppelcontourierter Nervenfasern (und auch jeder Fetttropfen), so erschien die Frage nach der Endigung des N. opticus damit definitiv erledigt. Bei den Eulen vermisste M. Schultze die Zapfen oder fand doch, dass sie „den Eulen fast vollständig fehlen“ [4, S. 256]. Dieselbe Zapfenlosigkeit wurde für eine Anzahl nächtlicher Tiere, wie Fledermäuse, Igel, Meerschweinchen, Maus, Maulwurf, Kaninchen u. s. w. mehr oder weniger bestimmt behauptet, während eine Anzahl anderer im Gegensatz dazu keine Stäbchen besitzen sollten. Den Vögeln, speciell auch der Eidechse, vindicierte M. Schulze *drei* Arten von Farben der Oeltropfen, entsprechend der Young-Helmholtz'schen Hypothese. Damit war die Farbentheorie in betreff der Zapfen fertig und man wird nicht bezweifeln können, dass gerade diese Theorie unter Physiologen und Aerzten sich noch heute der weitesten Verbreitung und allgemeiner Anerkennung erfreut.



Dem gegenüber zeigte ich bei verschiedenen Gelegenheiten, dass von den Petromyzonten und Haifischen an bis zu den Reptilien und Säugern stets *zwei* Arten von Elementen, nämlich Stäbchenzellen und Zapfenzellen in der Retina vorhanden und dass es ein Wortstreit sei, wenn man die zweite (oder dritte) Art etwa nicht gerade „Stäbchen“ nennen wolle [15, S. 775]. Vergl. auch *Lacerta agilis* (diese Monatschrift. 1893. Bd. X. H. 2. S. 34).

Dann wurde für die Eulen, den Iltis, Igel, die Hyäne, die Maus [13, S. 31], später [15, S. 779] für *Vespertilio murinus*, *Cavia cobaya*, *Lepus cuniculus* und schliesslich auch für *Talpa* [16, S. 60], den im Dunkeln lebenden Schleichenmolch *Coeccilia annulata* [17] nicht zu vergessen, die Existenz von Zapfen dargethan. Die Eulenretina zeigte 11897, die Falkenretina 11261 Oeltropfen auf das Quadratmillimeter [13, S. 29 — vergl. S. 36 und unten *Falco buteo*]. Die Eule hat also jedenfalls *nicht weniger* Zapfen als der Falke. Die im hellsten Sonnenlicht fliegende Mauerschwalbe, sowie *Hirundo rustica* [15, S. 779] haben eine der Eulenretina vollständig gleichende Netzhaut: sie zeigen 3 bis 5 % rote und ebensoviel orangefarbige Oeltropfen, während *Falco buteo* im Hauptteil der Retina zusammen ca. 26 % besitzt.

Es kam die Nachweisung [15, S. 778] hinzu, weshalb M. Schultze die Zapfen bei jenen nächtlichen Tieren übersehen hatte. Eulen sind öfters schwer zu haben und M. Schultze [4, S. 10] hatte junge Exemplare untersucht. (Vergl. oben Kühne S. 34, ferner Chievitz bei *Syrnium aluco*.) Nun weiss man aber, dass bei jugendlichen Vögeln die roten und orangefarbenen Oeltropfen an Zahl zurücktreten und wenig intensiv gefärbt sind [vergl. 4, Taf. IX. Fig. 1—4]. Ferner, und das war die Hauptsache: alle diese nächtlichen Tiere haben relativ sehr lange Aussenglieder ihrer Stäbchen. M. Schultze besass noch keine bessere Methode für die Nachweisung der Zapfen, als die Betrachtung des Mosaiks der frischen Retina in der Richtung von der Chorioidea her; natürlicherweise verdecken solche lange Aussenglieder die blosseren Zapfeninnenglieder.

Nach alle diesem blieb von der Farbentheorie nicht viel übrig und es hätte kaum der Entdeckung des Sehpurpurs und der grünen Stäbchen beim Frosche bedurft, um sie definitiv zu beseitigen. Ob man mit

Young-Helmholtz drei Grundfarben oder mit Hering deren vier oder mit Leber [19] sieben und mehr annehmen soll, ist eine immer noch schwebende physiologische Controverse.

Da manchen ein erhebliches Misstrauen gegen die mündlichen Angaben von Farbenblinden, sei nun der Defect angeboren oder erworben, z. B. infolge von Apoplexieen, innewohnte, so begreift sich die Entschiedenheit, mit welcher M. Schultze an seinem anatomischen Unterstützungsbeweise festhielt. Durch meine damaligen Untersuchungen waren *vier* Farben von Oeltropfen in der Vogelretina festgestellt: rote, orangefarbige, gelbe oder gelbgrünliche und blassblaue. M. Schultze [17, S. 381] erklärte rundweg, er „habe weder von grün noch von blau je weder bei den Eidechsen, noch bei anderen Tieren etwas gesehen“.

Einer so bestimmten, später noch von Schwalbe [20] wiederholten Versicherung gegenüber, dass die mir bläulich aussehenden Oeltropfen in Wahrheit farblos seien, prüfte ich [13, S. 30; 15, S. 771] zunächst meine teils überverbesserten, teils unterverbesserten Mikroskope, unter Berücksichtigung der Complementärfarben, dann meine Augen gegen die von befreundeten Forschern, zumal die seitdem so vielfach discutierte Erfahrung, dass ein grünes Signallicht in der Entfernung blau aussieht, damals noch unbekannt war. Heute lassen die apochromatischen Linsen von Zeiss in Jena z. B. Obj. 4,0, Oc. 4 oder 6, deren reine Achromasie jedem Mikroskopiker aufzufallen pflegt, über die blauen Oeltropfen keinen Zweifel mehr, und eine stattliche Reihe von Beobachtern [Dobrowolsky, Talma, Hoffmann, Ranvier — 17; 18; 9, S. 224; 24, S. 887 — vergl. Wälchli, 6] hat die Bestätigung der blauen Farbe geliefert.

Heinemann [8, S. 439] hat geglaubt, die Entstehung der Farben der Oeltropfen z. B. bei den Hühnervögeln hätte aus geschlechtlicher Zuchtwahl erklärt werden sollen [15, S. 773], während doch nur die Wahrnehmung solcher schreienden Farben, wie sie deren Gefieder ohne Uebergänge darbietet, damals veranschaulicht werden sollte. Bei der Hinzufügung der blauen Farbe zu den von M. Schultze ausschliesslich angenommenen: Rot, Orange, Gelbgrün — kamen, etwa der Hering'schen Farbentheorie (Rot-Grün, Gelb-Blau) entsprechend, *vier*

Grundfarben heraus. Mit Recht hat Hoffmann [9] eingewendet, dass zwischen diesen drei oder vier Grundfarben alle möglichen Uebergänge bei den Oeltropfen der Vogelretina vorkommen, und seit der Entdeckung des Sehpurpurs ist, wie gesagt, die ganze Beziehung zweifelhaft geworden. Denn mit Rücksicht auf die Untersuchungen von Bohl [39] wird niemand bezweifeln, dass die intensiv violettroten resp. grünen Froschstäbchen mit Farbenempfindungen im Zusammenhang stehen.

Die Vermutung von Schwalbe [52, S. 450], es würde das Zahlenverhältnis zwischen den Zapfen- und Stäbchenkörnern einerseits und den Körnern andererseits ein anderes bei den Eulen sein als bei anderen Vögeln, hat sich natürlich nicht bestätigt. Denn die Voraussetzung war unrichtig, dass nämlich die Eulen relativ wenig Zapfen und mehr Stäbchen besäßen. Vergl. S. 36.

Dogiel [41] hat die „Eule“, Ramón y Cajal [40, Fig. 1] das Käuzchen (chevêche) in Bezug auf die Bedeutung der Bestandteile der Retina untersucht (vergl. unten Taube und *Anas boschas domestica*).

### Falconidae.

#### Accipitrinae.

Bei einem Sperber (sp?) fand Heinemann [8] die Netzhautperipherie viel ärmer an roten und gelben Oeltropfen als das Centrum, an letzterem Orte aber waren sie viel kleiner. Im ganzen überwogen die blassgrünen Oeltropfen beträchtlich, ähnlich wie bei den Eulen, die fast farblosen.

Letzteres zeigte sich auch bei einem kleinen *Falken* (sp?).

#### **Astur palumbarius.**

Der Bulbus hat 27 mm Aequatorialdurchmesser; die Retina gleicht der des Bussards. Die Zapfen und namentlich die Stäbchen sind noch schlanker als bei letzteren, wobei zu erwähnen ist, dass der Habicht, an dessen in Müller'scher Flüssigkeit gehärteter Retina die folgenden Dimensionen gemessen wurden, nicht etwa im Dunkeln aufbewahrt

worden war. Die Gegend der Area wurde 5 mm medianwärts vom oberen Ende des Pecten, die Stelle am Aequator 4 mm lateralwärts vom unteren Ende des Pecten gemessen:

In Millimetern	Area		Aequator	
	Länge	Breite	Länge	Breite
Stäbchen . . . . .	0,06	—	0,048	—
„ -Aussenglied . . . . .	0,0255	0,003	0,018	0,003
„ -Innenglied . . . . .	0,0345	0,002	0,03	—
„ -Ellipsoid . . . . .	0,006	0,004	0,006	—
Stäbchenkern . . . . .	0,009	0,003	—	—
Zapfen, lange . . . . .	0,048	—	0,036	—
„ -Aussenglied . . . . .	0,006	0,001	0,006	—
„ -Innenglied . . . . .	0,042	0,002	0,03	0,002
„ -Oeltropfen . . . . .	0,0015	0,0015	0,003	0,003
„ -Ellipsoid . . . . .	0,006	0,0045	0,0075	0,0045
Zapfen, kurze . . . . .	0,039	—	0,032	—
„ -Aussenglied . . . . .	0,009	0,0012	0,065	—
„ -Innenglied . . . . .	0,033	0,002	0,0255	—
„ -Oeltropfen . . . . .	0,0015	0,0015	0,003	0,003
„ -Ellipsoid . . . . .	0,004—6	0,003—4	0,006	0,0045
Zapfenkorn . . . . .	0,0105	0,0045	—	—

*Zapfen.* Die Aussenglieder der Zapfen zeigen den Spiralfaden im Innern, der ungefähr neun Windungen macht. Die roten Oeltropfen sitzen stets in unmittelbarer Nachbarschaft eines orangefarbigem [15, S. 773].

*Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht.* Sie besteht aus 2—3 Lagen, die Stäbchenkörner liegen in der zweiten Reihe von der Membrana reticularis aus gerechnet und sind etwas schlanker als die Zapfenkörner, namentlich in der Gegend der Area.

*Membrana fenestrata und Membrana perforata.* Beide sind in der Gegend des Aequators recht deutlich, sie verhalten sich wie beim Huhn (s. unten), die Zellen der Membrana perforata liegen in der genannten Gegend stellenweise so nahe an einander, dass ihre Zellenausläufer sich berühren. — Die Lücken in der Membrana fenestrata haben an Präparaten aus Kaliumbichromat 0,005 mm Durchmesser [13, S. 15].

Die *radialen Stützfasern* gleichen glatten, radiärgestellten Zellen mit Zacken und Ausläufern, ihre Flächenausbreitung geschieht in meridionaler Richtung vom hinteren Pol des Bulbus aus gerechnet, so dass sie senkrechte Scheidewände zwischen den ebenfalls meridional ausstrahlenden Opticusfaserbündeln zu bilden vermögen. Die glatten Zellenkörper und der Kern liegen bekanntlich in der Körnerschicht. Man könnte daher diese Stützfasern als Radialzellen bezeichnen [15. S. 774], was Schiefferdecker [25] später adoptiert hat. Die Dimensionen betragen an Ueberosmiumsäurepräparaten:

In Millimetern	Zelle	Kern
Länge . . . . .	0,046	0,009
Breite . . . . .	0,0075	0,006
Dicke . . . . .	0,0013	

### **Milvus regalis.**

Nur die frische Retina ist von Kühne [31, S. 380] nach Aufbewahrung im Dunkeln untersucht, sie sah anfangs violettbraun aus und blasste im Tageslicht zu bräunlichem Chamois ab.

Die *Pigmentzellen* enthalten keine Fetttropfen und keine aleuroiden Körner; die Pigmentkrystalle sind nadelförmig.

Die *Stäbchen* umgeben kleine Gruppen von Zapfen krautzförmig im peripheren Teil der Retina; nahe dem proximalen Pol sind sie sparsam und einzeln eingestreut, an letzterem scheinen sie ganz zu fehlen.

*Zapfen.* Die Oeltropfen der Zapfen-Innenglieder sind purpurrot, carmoisin (rubinrot), orange, gelbgrün und grasgrün; letztere sehr zahlreich (vergl. Athene noctua, S. 40, während M. Schultze das Vorkommen von Grün *überhaupt* bestritten hatte).

### **Buteo vulgaris.**

Das Auge des Bussards charakterisiert sich durch mehrere Eigenschaften als ein vorzügliches Sehwerkzeug und teilt dieselben mit den Augen der grösseren Raubvögel überhaupt. Unter ihnen ist der Bussard in Norddeutschland noch am leichtesten lebendig zu bekommen und zu

handhaben, so dass man Versuche über den Sehpurpur und dergleichen mit ihm anzustellen vermag.

Schon durch seine Grösse von 25—26 mm Aequatorialdurchmesser fällt der Bulbus auf. Entsprechend diesen Dimensionen ist das Stützgewebe besonders kräftig entwickelt. Man findet massenhafte radiale Stützfasern in der Opticusfaserschicht, auch wo diese nur aus einzelnen Bündeln besteht, ferner treten sie zwischen den letzteren und den Ganglienzellen als helle radiärstreifige Schicht auf (Taf. II. Fig. 9). Die spongiöse Schicht ist an feinen Schnitten (von 0,005 mm) deutlich netzförmig faserig und enthält viele dunklere Streifen. In der vitrealen Abteilung der Körnerschicht tritt der Unterschied der sogen. Spongioblasten von den etwas kleineren, mehr kugelförmigen und weniger chromatophilen (eigentlichen) Körnern der chorioidealen Abteilung sehr entschieden hervor und der erstgenannte Abschnitt nimmt fast die Hälfte der ganzen Dicke der Körnerschicht ein. Dicht an der spongiösen Schicht anliegend, giebt es auch riesenhafte multipolare Zellen darin.

Die Anzahl der Ganglienzellen ist nicht nur in der Area beträchtlich, sondern bis nahe an die Ora serrata hin sind 2—3 Ganglienzellen über einander gelagert, während in der Area selbst 8—9 von solchen anzutreffen sind. Die Zapfen überwiegen bei weitem die Stäbchen und sind schlank, ihre Innenglieder 0,002—0,003 mm dick; die *Aussenglieder der Stäbchen besitzen Sehpurpur*. — Ausserdem sind zwei Foveae vorhanden, von denen die centralis lang und spaltförmig erscheint. Die Fovea centralis dient dem monocularen, die Fovea lateralis dem binocularen Sehen.

Nimmt man alles zusammen, so lässt sich wenigstens erkennen, worin die Vorzüge des sprichwörtlichen Falkenauges begründet sind. Kleine Schrift, wie die Säugetiere, vermöchte der Raubvogel freilich nicht zu lesen, dafür hat er ein weites Gesichtsfeld, ausgezeichnetes Accommodationsvermögen, einen hohen Grad von Sehschärfe, feinen Raumsinn im Allgemeinen und namentlich in den Foveae, wahrscheinlich auch ausgebildeten Farbensinn. Diese Behauptungen sind zu begründen aus der absoluten und relativen Grösse des Bulbus, der quer-gestreiften Musculatur der Iris u. s. w., dem Sehpurpur, den schlanken Formen der Zapfen und der grossen Anzahl von Ganglienzellen.

### Stäbchen- und Zapfenschicht.

*Stäbchen.* Die Aussenglieder zeigen Plättchenzerfall [5, Taf. XIII. Fig. 8] und Längsstreifung, welche von den Fortsätzen der Pigmentzellen bedingt werden [44], die Innenglieder enthalten ein Stäbchenellipsoid und ausserdem ein kugliges oder conisches Paraboloid resp. Hyperboloid [44, Taf. XXII. Fig. 17 s]. Auch den Plättchenzerfall der Zapfenaussenglieder bildete M. Schultze [44, Taf. XXII. Fig. 17 z] ab. Bemerkenswert ist, wie gesagt, das Vorhandensein von Sehpurpur in den Stäbchenaussengliedern, wenn das Tier im Dunkeln aufbewahrt war. Man muss nur die Chorioidealseite der Pigmentschicht bei der Untersuchung betrachten, nicht die Retina, weil die Stäbchenaussenglieder in letzterer stecken bleiben. Die Nuancen sind violett, rötlich und grünblau in ungefähr gleichen Mengenverhältnissen [16, S. 57]. — Bei Bussarden, die im Dunkeln aufbewahrt wurden, zieht sich das Pigment chorioidealwärts zurück.

*Zapfen.* Eine Abbildung der einfachen Zapfen zeigt, dass sie mit Zapfenkörnern zusammenhängen, die in verschiedenen Ebenen gelegen sind [45, Taf. XI. Fig. 16]. Doppelzapfen hat ebenfalls M. Schultze [5, Taf. XIII. Fig. 8] abgebildet, der Hauptzapfen enthält einen Oeltropfen und ein Ellipsoid, sein Innenglied ist länger als dasjenige des Nebenzapfens, welches keinen Oeltropfen und ein mehr längliches Ellipsoid besitzt.

Die Farben der Oeltropfen giebt Schwalbe [20] als rubinrot, zahlreiche rein hellgrüne und scheinbar orangefarbige an. Es soll nämlich der Tropfen aus einer centralen roten Kugel und einer hellgrünen Rinde zusammengesetzt sein, die in ihrer Ausdehnung sehr variieren können. Ich vermag das nicht zu bestätigen: bei ungenauer Einstellung des Focus entstehen sehr leicht Interferenzerscheinungen als Folge der partiellen Dispersion. Jedenfalls sehen die orangefarbenen Oeltropfen des Huhnes gerade so aus wie die des Bussards. Bei letzterem constatierte später auch Kühne [31, S. 259] Sehpurpur ausser farbigen Oeltropfen. Letztere waren rot, orange, gelbgrün und farblos, nachdem der Vogel 10 Tage lang im Dunkeln aufbewahrt war, dagegen intensiv rot, intensiv orange und bläulichgrün nach 11 tägigem Aufenthalt im Hellen und schliesslich vier Stunden im Dunkeln. Die bläulichen Oel-

tropfen erschienen sehr zahlreich, die Pigmentkrystalle in der Pigmentschicht schienen abgeblasst zu sein. — Ob die Differenzen individuelle waren, sich vielleicht auf die Ernährung bezogen oder auf Lichtwirkung hinweisen, lässt sich nicht mit Bestimmtheit sagen.

Schon vor längerer Zeit [13] wurde bemerkt, dass stets ein rubinroter und ein orangefarbiger Oeltropfen zusammensitzen [13, S. 30 — vergl. unten Taube].

Die *Zapfen* sind im Allgemeinen schlank, die Innenglieder an Paraffinpräparaten nur 0,002—0,003 mm dick, es giebt aber auch dickere, teils im Hintergrund des Auges, teils (Doppelzapfen) etwa am Aequator. Folgende Dimensionen wurden nach Härtung in Müller'scher Flüssigkeit und Zusatz von Glycerin gefunden; die dritte und vierte Columnne beziehen sich auf ein Ueberosmiumsäure-Präparat:

In Millimetern	Länge	Breite	Länge	Breite
Einfacher Zapfen . . . . .	0,0445	—	—	—
„ „ -Aussenglied . . . . .	0,0175	0,0025	—	—
„ „ -Innenglied . . . . .	0,027	0,003—0,0045	0,0175	0,002
„ „ -Ellipsoid . . . . .	0,006	0,004	0,0045	0,003
„ „ -Oeltropfen . . . . .	0,003	0,003	0,0025	0,0025
Stäbchen . . . . .	0,0435	—	—	—
„ -Aussenglied . . . . .	0,0185	0,003	—	—
„ -Innenglied . . . . .	0,0255	0,002	—	—
„ -Ellipsoid . . . . .	0,0075	0,003	—	—
Doppelzapfen . . . . .	—	—	—	—
„ -Hauptzapfen . . . . .	—	—	—	—
„ „ -Innenglied . . . . .	0,0225	0,002	—	—
„ „ -Ellipsoid . . . . .	0,0075	0,0045	—	—
„ „ -Oeltropfen . . . . .	0,003	0,003	—	—
Nebenzapfen . . . . .	—	—	—	—
„ -Innenglied . . . . .	0,015	0,0075	—	—

Stäbchen-Zapfenkörnerschicht. Sie ist 0,03 mm dick, die Zapfenfaserkegel haben 0,0045 mm Höhe auf 0,0027 mm Durchmesser ihrer Basis [13, S. 15].

Membrana fenestrata. Sie verhält sich wie beim Huhn.

Körnerschicht. Die Differenzierung der vitrealen von der chorioidealen Abteilung der Körner ist beim Bussard sehr auffallend



(S. 44), und die Retina trennt sich gern, ihrer Dicke nach, an der Grenze beider Abteilungen in zwei Hälften. Unmittelbar der spongiösen Schicht anliegend, finden sich einzelne Riesenspongioblasten (Taf. II. Fig. 9), deren Zellenkörper z. B. 0,015 mm Höhe auf 0,01 mm Breite zeigen.

**Spongiöse Schicht.** Sie hat meistens 7—8 stark markierte dunklere Streifen.

**Ganglienzellenschicht.** Ihre auffällig grosse Anzahl wurde oben schon erwähnt (S. 44) und ergibt sich auch aus den Abbildungen (Taf. II. Fig. 9 und Area centralis, S. 49).

**Opticusfaserschicht.** Die Fasern derselben sind ziemlich dick; die Bündel füllen ihre zugehörige Schicht bei weitem nicht aus.

**Radiale Stützfasern.** Zwischen der Opticusfaserschicht und der Ganglienzellenschicht bleibt nämlich ein heller, von den genannten Fasern in radiärer Richtung durchsetzter Raum. Auch ist die Distanz von den Opticusfaserbündeln bis zur Membrana limitans beträchtlich und von einem relativ engen Netz der radialen Stützfasern ausgefüllt (Taf. II. Fig. 9). In der Körnerschicht sind die radialen Stützfasern zahlreich und deutlich.

**Membrana limitans.** Sie ist ziemlich dick, löst sich aber leicht ab.

#### *Area und Fovea centralis und Fovea lateralis.*

Der Bussard besitzt wie erwähnt zwei Foveae, eine Fovea centralis s. nasalis am hinteren Pol und eine Fovea lateralis s. temporalis im lateralen Quadranten des Bulbus, physiologisch dem roten Felde bei der Taube (S. 51) entsprechend; der Bau beider von H. Müller [10] bei Raubvögeln entdeckten Foveae ist genau übereinstimmend [4, S. 206. Taf. IX. Fig. 9]. Es sind ausschliesslich Zapfen mit gelben Oeltropfen von nur 0,001 mm Dicke vorhanden; am Rande der Foveae treten dazwischen Stäbchen auf, dann auch rote Oeltropfen, und das Bild bleibt dasselbe bis zur Ora serrata, wo das Retinalpigment blasser und zugleich die Dicke der Stäbchen und Zapfen grösser geworden ist.

Der Bulbus hat, wie gesagt, etwa 26 mm Äquatorialdurchmesser im frischen Zustande und nach Härtung in Müller'scher Flüssigkeit nebst Einbettung in Paraffin noch 22 mm. Der Pecten ist etwa 7 mm

lang und bildet mit der Verticallinie einen nach unten offenen Winkel von  $42-46^\circ$ . Beide Foveae liegen zu einander wie bei der Möve, *Sterna cantiaca* [2, s. unten *Sterna*], und ein Blick auf diese Abbildung zeigt unmittelbar, dass sie sich *nicht* in der Verlängerung des Pecten befinden und mit letzterem resp. der secundären Augenblasenspalte nichts zu thun haben können. Die Verbindungslinie der Fovea centralis mit dem unteren Ende des Pecten bildet mit der Verticalen einen nach unten offenen Winkel von etwa  $62^\circ$ . Diese Ziffer würde nur dann annähernd genau sein, wenn die obige Verticale auf der Scheitelfläche des Vogelschädels und zugleich auf der Schnittebene des Mikrotommessers senkrecht stände, welche Bedingungen nicht exact erfüllt werden konnten. Die Zahl hat daher nur den Wert, die relative Lage der Längsaxe des Pecten zur Fovea centralis auszudrücken, wozu sie vollkommen ausreicht, da die etwaigen Fehler sich gleich bleiben müssen; es kommt ausschliesslich auf die Differenz:  $62^\circ - 46^\circ = 16^\circ$  an. Die Abstände betragen an Paraffinpräparaten:

In Millimetern	Vertical	Horizontal
Abstand d. Fovea centralis vom oberen Ende d. Pecten	1,2	6,4 medianwärts
Abstand d. Fovea lateralis vom oberen Ende d. Pecten	2	10 lateralwärts
Abstand der Fovea centralis von der Fovea lateralis	0,8	16

Wenngleich, wie schon erwähnt wurde, der Bau der Foveae centralis und lateralis im wesentlichen derselbe ist, so existieren doch kleinere Differenzen. Die letztgenannte Grube (Taf. III. Fig. 12) erscheint etwas weiter und im ganzen flacher, welche Verschiedenheiten bei anderen Vögeln wiederkehren. Raubvögel sind schwer im lebenden Zustande zu bekommen, und die Müller'sche Flüssigkeit, worin sich die Stäbchen und Zapfen vorzüglich halten und die daher früher fast ausschliesslich zum Conservieren angewendet wurde, ist für die Foveae der Retina weniger geeignet.

*Fovea centralis.* Ihr unteres Ende liegt ca. 1,2 mm oberhalb des oberen Endes des Pecten und 6,4 mm medianwärts davon. Sie erscheint auf horizontalen Schnitten wie eine Fovea, die meist etwas

schräg durchschnitten ist, in Wahrheit stellt sie eine etwa 3 mm lange und 0,27 mm tiefe, schräg medianwärts aufsteigende Rinne dar, die wie bei der Möve [2, S. 168] in eine streifenförmige *Area centralis* eingebettet liegt. Letztere ist etwa 0,8 mm breit und 0,4 mm dick, also kaum so dick oder nicht viel dicker als die Retina im Hintergrunde des Bulbus; die Verteilung der Dickendimension auf die einzelnen Schichten ist aber eine ganz andere (s. Tabelle, S. 50). Die Fovea oder Rinne selbst ist an ihrem freien Ende etwa 0,4 mm weit, am Fundus nur 0,2 mm, die Retina an letzterer Stelle nur 1 mm dick (Taf. III. Fig. 14), doch ist es unter den gegebenen Umständen nicht ganz sicher, ob wirklich die dünnste Stelle gemessen wurde.

Die *Pigmentschicht* und *Zapfenschicht* sind im Fundus der Fovea schmal, die *Zapfenkörnerschicht* ist in letzterer und in der *Area* dick, aber hell, die Zapfenkörner sind meist in der Mitte der Dicke ihrer Schicht zusammengedrängt, die Zapfenfasern, chorioidealwärts wie vitrealwärts von ihnen, langgestreckt.

Am Rande der Fovea verschmälern sich die *Körnerschicht* und die *spongiöse Schicht*, die *Ganglienzellen* und *Opticusfasern* hören schon vorher auf. Erstere Schichten laufen auf senkrechten Durchschnitten der Retina ganz spitz zu, sind also in Wahrheit fein zugeschärft. Im Fundus der Fovea existieren ausser der Pigment- und Zapfenschicht nur noch die *Membrana fenestrata*, die kurz gewordenen radialen Stützfasern und die *Membrana limitans*.

*Area centralis.* Die Schichten verhalten sich wie bei der Taube. Bemerkenswert ist die grosse Anzahl der über einander geschichteten Ganglienzellen, die nahe der Fovea 8—10 beträgt.

*Fovea lateralis.* Sie liegt lateralwärts und ist für das binoculare Sehen bestimmt. Ein in 2,5 procentiger Salpetersäure gehärteter Bulbus hatte im frischen Zustande 25 mm Durchmesser, nach Tinction mit Säurefuchsin und Einbettung in Paraffin nur noch 20 mm. Die Fovea lateralis lag 10 mm lateralwärts vom oberen Ende des Pecten und 2 mm oberhalb desselben. Diese Fovea hatte, an der dicksten Stelle des sie umgebenden Walles gemessen, etwa 0,45 mm Breite auf 0,4 mm Höhe. Die Vertiefung erschien einigermaassen spaltförmig, 0,05—0,18 mm breit und 0,35 mm hoch. Die Dicke der Retina im Centrum der Fovea

beträgt nur 0,1 mm, in der Area 0,24 mm; erstere ist also bis 0,15 mm tief.

Folgende Dicken der Retinaschichten wurden an verschiedenen Stellen des Bulbus nach Einschmelzung in Paraffin erhalten:

In Millimetern	3 mm lateralwärts vom ob. Ende des Pecten	5 mm medianwärts vom ob. Ende des Pecten	11 mm medianwärts vom ob. Ende des Pecten <sup>1)</sup>	Area centralis	Fovea centralis	Area lateralis <sup>1)</sup>	Fovea lateralis <sup>1)</sup>
Pigmentschicht . . . . .	0,044	0,044	0,048	0,016	0,02	0,04	0,036
Zapfen- und Stäbchenschicht . . . . .						0,048	
„ -Aussenglieder . . . . .							
„ -Innenglieder . . . . .	0,024	0,024	0,032	0,016			
Membrana reticularis . . . . .	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht . . . . .	0,024	0,024	0,02	0,06	0,016	0,024	0,016
Membrana fenestrata . . . . .	0,004	0,004	0,004	0,002	0,004	0,004	0,032
Körnerschicht . . . . .	0,116	0,096	0,06	0,16	—	0,068	0,008
Spongiöse Schicht . . . . .	0,064	0,064	0,052	0,056	—	0,028	
Ganglienzellenschicht . . . . .	0,028	0,028	0,012	0,088	0,06	0,03	
Opticusfaserschicht . . . . .	0,108	0,092	0,032				
Membrana limitans . . . . .	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015
Retina im Ganzen . . . . .	0,4145	0,3785	0,2625	0,4005	0,1025	0,2245	0,0945

### Heteroætös melanoleucus.

Die Retina ist nur im frischen Zustande von Kühne [31, S. 381] bei einem jungen Aguya von Valparaiso untersucht.

Die *Pigmentschicht* enthält schwarzbraunes Pigment und keine Fetttröpfen.

Die Retina dieses Adlers zeigte keinen Sehpurpur, beträchtlich dicke und mässig lange *Stäbchen*. Die Oeltropfen der *Zapfen* sind carmoisin (rubinrot), rot oder bräunlichrot, orange, gelb und bläulich-grün; letztere sind am kleinsten.

### Nyctaëtös lacteus.

Die Retina dieses afrikanischen Nachtadlers, der 10 Minuten lang vor dem Tode im Dunkeln gewesen war, erschien weisslich, aber tief

<sup>1)</sup> Nach Behandlung mit Salpetersäure und Säurefuchsin; die übrigen Messungen stammen von Präparaten, die in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet und in Säurefuchsin tingiert waren.

purpurn an der Ora serrata [Kühne, 31, S. 381]. Der Sehpurpur blasste bei Tageslicht langsam durch Rosa, Chamois und Gelb hindurch ab. In ganz intactem Zustande möchte seine Farbe bläulichrot erscheinen.

*Stäbchen.* Sie sind etwa so lang wie bei den Eulen, aber mindestens doppelt so dick.

*Zapfen* sind sparsam, die Oeltropfen ausschliesslich grünlichblau.

*Opticusfaserschicht.* Zahlreiche markhaltige Nervenfasern bedingen jenes weissliche Aussehen der Retina für das freie Auge.

Es ist mithin nicht zu bezweifeln, dass die wesentlichen Charaktere der Eulenretina, nämlich Stäbchen mit sehr langen Aussengliedern, intensiver Sehpurpur und blasse Oeltropfen der Zapfen auch dem nächtlichen Adler, also *unabhängig von dem zoologischen System* zukommen.

### **Tinnunculus alaudarius.**

Die Retina ist bei einem jungen Exemplare frisch von Kühne [31, S. 106] untersucht.

Die Zusammenordnung eines roten und orangefarbigem Fetttropfens (vergl. unten Huhn) ist beim Turmfalken sehr auffallend und von Kühne bestätigt; die anderen Oeltropfen sind erheblich grünlicher als bei der Taube und dem Huhn.

---

## **Columbinae.**

---

### **Columbidae.**

---

#### **Columba livia domestica.**

Die Retina der Haustaube ist sehr gründlich schon von H. Müller [1] untersucht worden, ihre Oeltropfen von Wälchli [6]; die Area centralis haben M. Schultze [4] und neuerdings Chievitz [2] beschrieben.

*Rotes Feld.* Die Retina sieht dem freien Auge gelblich aus, im oberen lateralen oder hinteren Quadranten, den Chievitz [2] irrtümlich den vorderen nennt, befindet sich ein grosser rundlicher, diesen Quadranten fast vollständig einnehmender Fleck, dessen Farbe von

roten Zapfeninnengliedern resp. Oeltropfen abhängig ist. Dieser Fleck ist für das binoculare Sehen bestimmt und hat eine feinere Organisation (s. unten); Wälchli [6] bezeichnet ihn daher als *Fovea lateralis*. Das rote Feld ist von ovaler Gestalt, der horizontale längste Durchmesser betrug 9 mm bei einem jungen Tiere, dessen Bulbus 15 mm Äquatorialdurchmesser hatte, der quere, verticalgestellte Durchmesser des Feldes 7 mm [6]. Das mediale (oder vordere) Ende des letzteren liegt etwas über dem lateralen oberen Ende des Pecten, sein unterer Rand entspricht dem Horizontaldurchmesser des Bulbus. Von der Area centralis bleibt der untere Rand der Ellipse 2,7 mm entfernt, der obere von der Ora serrata nur 0,8 mm [6]. Am besten tritt das rote Feld unter 0,6 procentiger Kochsalzlösung für das freie Auge hervor [6].

**Pigmentschicht.** Die Zellen sind ziemlich regelmässig polygonal, sechseckig, 0,012 mm gross [1], mit Fortsätzen versehen, welche zwischen die Aussenglieder eindringen und längliche Pigmentkrystalle führen. Letztere verhalten sich wie beim Huhn und sind 0,0018 bis 0,0032 mm lang [65, Fig. 8]. — Bewahrt man die Tauben im Dunkeln auf, so wandern wie beim Frosch die Pigmentkörnchen alle chorioidealwärts, so dass die pigmentierte Zone der Hälfte der pigmentfreien Stäbchen- und Zapfenschicht an Dicke gleichkommt [26]. Im Hellen aufbewahrte Tauben zeigen dagegen Pigmentkörnchen bis zur Membrana reticularis. Sie enthalten in Ueberosmiumsäure sich schwärzende Körnchen, die im distalen Abschnitt der Retina zwischen Äquator und Ora serrata ganz fehlen [26, S. 374].

Merkwürdig ausgesprochen ist die schräg proximalwärts gegen den hinteren Pol des Bulbus centrierte Richtung, welche die distalwärts vom Äquator gelegenen Stäbchen und Zapfen sowie die Längsaxen der Fortsätze der Pigmentzellen zeigen; diese Zellen gleichen in der Profilsicht verschobenen spitzwinkligen statt rechtwinkligen Prismen [26, S. 376].

**Stäbchen- und Zapfenschicht.** Nach Boll [73] zeigt die Retina Sehpurpur.

**Stäbchen.** Sie sind weniger zahlreich als die Zapfen, 0,02—0,028 mm lang, ihre Aussenglieder 0,0026—0,0033 mm dick [1]. Die Dicke der Plättchen, in welche die Aussenglieder leicht zerfallen, soll 0,0006 mm

betragen [5, S. 229]. Die Innenglieder besitzen ein körniges Stäbchen-ellipsoid [1] und ein längliches Hyperboloid, wie beim Huhn (s. unten), welches M. Schultze [27, Fig. 18] irrtümlich als ein rundliches Körperchen beschrieb. Das Hyperboloid stellt in Ueberosmiumsäure-Präparaten einen 0,0045 mm langen, 0,01 mm dicken, schlanken Kegel dar, der sich in der Längsaxe des Innengliedes befindet. Abgesehen von dem Ellipsoid, sind die Innenglieder dünner als die cylindrischen Aussenglieder. Letztere zeigen Sehpurpur [26, S. 374], der sich in 3,5 procentiger Salpetersäure mit hellgelber, am Licht allmählich verblassender Farbe erhält [81]. Die Dimensionen betragen frisch in verdünntem Glycerin [13, S. 26]:

In Millimetern	Stäbchen- ellipsoid	Zapfen- ellipsoid
Länge . . . . .	0,009	0,009
Breite . . . . .	0,0031	0,004

*Zapfen.* Es giebt einfache Zapfen und Doppelzapfen; unter ersteren fallen die mit roten Innengliedern auf, welche nur im oberen lateralen Quadranten vorhanden sind.

Die *einfachen Zapfen* führen constant am chorioidealen Ende des Innengliedes einen farbigen Oeltropfen. Letztere sind carmoisinrot, orangerot, orange, gelb, gelbgrün, grünlich, bläulich. Als Hauptfarben kann man rot, orange, gelbgrün und bläulich unterscheiden. Die Oeltropfen haben gewöhnlich 0,002—0,004 mm Durchmesser [1]. Am häufigsten sind solche von 0,0025 mm, am kleinsten die bläulichen von nur 0,0015 mm. Die Nuance der letzteren ist nicht etwa himmelblau, sondern am besten als blassblau zu bezeichnen. Nach Behandlung mit 3 procentiger Essigsäure zeigt mitunter das Aussenglied eine z. B. 0,036 mm lange, 0,001 mm dicke glänzende *Spiralfaser* (vergl. Amphibien). In jedem Zapfen (auch in den roten) folgt auf den Oeltropfen vitrealwärts das Zapfenellipsoid, und unmittelbar daran sich schliessend, anstatt des Hyperboloides eine feine axiale Faser, die bis zur Membrana reticularis zu verfolgen ist (vergl. unten Huhn, Hyperboloide).

Die *roten Zapfen* haben längere Aussenglieder als die übrigen Zapfen; die Dicke ihrer Plättchen soll 0,0007 mm betragen [5, S. 236]. Die rote Farbe verdanken sie ihren Innengliedern, welche mit einem Farbstoff infiltriert sind, dessen Nuance so ziemlich derjenigen der carmoisinroten Oeltropfen gleicht, jedoch heller erscheint. Dieser Farbstoff ist ausschliesslich in Form kleiner Körnchen vorhanden. Die Farbstoffkörnchen sind entweder auf das Zapfenellipsoid beschränkt, oder sie erstrecken sich weiter glaskörperwärts durch die Substanz des Innengliedes, sind auch mitunter nur an einer Seite des letzteren streifenförmig aufgereiht, so dass das rötliche Innenglied schmal erscheint. Diese drei Vorkommnisse haben Anlass zu den sehr verschieden aussehenden Abbildungen gegeben [4, Taf. IX. Fig. 7 d; 5, Taf. XIII. Fig. 7 a; 1, Taf. II), welche die erwähnten drei Fälle darstellen. In Wahrheit liegen also die roten Pigmentkörnchen theils auf der Oberfläche des Ellipsoides, aber nicht im Ellipsoid, ersterer unmittelbar an. Theils sind sie in der ganzen Länge des Innengliedes zerstreut oder sie bilden eine schmalere Strasse in der Axe oder an einer Seite des letzteren. Die Innenglieder der Zapfen mit roten Körnchen sind zugleich schlanker und enthalten häufig grössere [5, Fig. 7] und intensiver gefärbte [1] rote Oeltropfen als diejenigen der einfachen Zapfen, welche mit farblosen Innengliedern und andersfarbigen Tropfen versehen sind. — Die Innenglieder haben im Maximum 0,0044 mm Dicke [2]; die Dicke der Plättchen ihrer Aussenglieder wird zu 0,0007 mm angegeben [5, S. 236].

*Doppelzapfen.* Solche mit zwei gelben Oeltropfen und zwei Aussengliedern hat bereits H. Müller [1, S. 80] gesehen; sie sind viel sparsamer als die einfachen Zapfen vorhanden. Chievitz [2] scheint sie als eine Vereinigung von je einem Stäbchen und einem Zapfen zu betrachten, wenn nämlich der Nebenzapfen keinen Oeltropfen führt.

Die Farbe des roten Feldes im lateralen oberen Quadranten hängt ab: a) von der grösseren Anzahl carmoisinroter und orangeroter Oeltropfen; b) von den roten Körnchen im Innenglied der Zapfen; c) von geringerer Anzahl der Stäbchen.

*Anzahl der Oeltropfen.* Ueber die Anzahl und Grösse der Oel-



tropfen liegt eine Untersuchung von Wälchli [6] vor. Auf 1 Quadratmillimeter kommen:

Area	Rotes Feld	Hauptteil	Aequator	Ora serrata
119659	68630	28803	18135	16357

Ueber das Verhältnis der Anzahl der Oeltropfen zu den Pigmentzellen lässt sich in Bezug auf den Hintergrund des Bulbus nahe der Area folgendes angeben. Auf einem Areal von 0,000234 qmm fanden sich, frisch und ohne Zusatz untersucht:

Pigmentzellen	Rote Oeltropfen	Sonstige Oeltropfen	Oeltropfen in Summa
72	44	412	452

Das Verhältnis der Pigmentzellen zu den Zapfen ist also etwa wie 1:6.

*Farbe der Oeltropfen.* Die Verteilung auf die einzelnen Farben gestaltet sich folgendermaassen:

Auf 0,000225 qmm	Area	Rotes Feld	Hauptteil	Aequator	Ora serrata
Rote . . . . .	179	87	20	16	3
Orangefarbige . . . . .	86	227	25	11	5
Grosse grüne . . . . .	—	—	96	61	62
Kleine grüne . . . . .	350	72	21	14	22
Sog. farblose . . . . .	58	—	—	—	—
Summa	673	386	162	102	92

Bei *albinotischen* Tauben sind die Oeltropfen in derselben Weise vorhanden wie bei anderen [72].

*Grösse der Oeltropfen* [6]:

In Millimetern	Area	Rotes Feld	Hauptteil	Aequator	Ora serrata
Rote . . . .	0,0021	0,0042	0,00395	0,00315	0,0028
Orangefarbige .	0,00175	0,0028— 0,00315	0,00245	0,0028	0,0021
Grünlichgelbe .	0,0021— 0,00245	0,0021	0,0021	0,0021	0,00105— 0,00175
Grosse grüne .	—	—	0,00385	0,00385— 0,0042	—

Am Aequator ergaben sich folgende Procentverhältnisse für die Oeltropfen:

Rote	Orange	Grosse grüne	Kleine grünliche
100	100	400	ca. 100

*Anordnung der Oeltropfen.* Dieselbe ist so, dass sie nicht in gleicher Entfernung von der Pigmentschicht liegen, es enthält also die Retina gleichsam verschiedenfarbige Schirme hinter einander von der Form halber Hohlkugeln. Am nächsten der Chorioidea liegen grosse grüne Oeltropfen, dann folgen in einem Abstände = 0,00236 mm rote, darauf in 0,00054 mm Abstand orangefarbige und endlich farblose oder grünliche Oeltropfen wiederum in 0,00047 mm Distanz [6].

*Chemisches Verhalten der Oeltropfen.* Mays [34] prüfte das Verhalten der Oeltropfen gegen Sauerstoff und Kohlensäure. Stücke der Retina sowohl aus dem roten Felde, als aus dem gelben Hauptteil wurden auf Deckgläschen angetrocknet, dann einem Kohlensäurestrom ausgesetzt, in Glasröhrchen eingeschlossen und dem Licht exponiert, wobei die Farben beider Abteilungen nach zwei Tagen unverändert blieben. Liess man aber in Controllversuchen die anfängliche Kohlensäure-Behandlung weg, wobei die Retina mit Luft eingeschlossen wurde, so entfärbten sich beide Abteilungen in demselben Zeitraum fast vollständig.

*Hyperboloide.* Ausser Oeltropfen und Ellipsoid enthält das Innenglied der Zapfen nach kurzer Behandlung mit 2,5 procentiger Salpetersäure anstatt des Stäbchen-Hyperboloides einen glänzenden axialen, nahe

am Ellipsoid etwas kolbig angeschwollen endigenden Faden, ganz ähnlich wie beim Huhn. Seine Länge beträgt z. B. 0,014 mm, seine Dicke 0,001 resp. 0,002 mm.

*Membrana reticularis.* Sie ist deutlich markiert [1].

*Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht.* Sie besteht aus zwei Lagen. Die Zapfenkörner liegen der *Membrana reticularis* unmittelbar an, die Stäbcheninnenglieder gehen in eine Stäbchenfaser über und das Stäbchenkorn liegt an der *Membrana fenestrata*. Sowohl die Stäbchen- als die Zapfenkörner sind länglich, senkrecht zur Ebene der Retina gestellt und erstere wie letztere sind nach Maceration in 2 procentiger Essigsäure deutlich quergestreift [15, S. 778; 79]. Ihre Länge beträgt 0,0055—0,0066 mm, die Dicke 0,0044 mm [2].

*Membrana fenestrata.* An die Zapfenfaserkegel schliesst sich unmittelbar eine mit denselben einerseits, sowie andererseits mit den radialen Stützfasern in Zusammenhang stehende einfache Lage platter, wenig chromatophiler Kerne an, die in Salpetersäure-Präparaten sich auf dem senkrechten Durchschnitt wie eine 0,002 mm dicke, unterbrochene Linie (— — —) ausnehmen. Sie wurde von W. Müller [32, Taf. XIV. Fig. 3] abgebildet. — Vergl. unten Huhn (Taf. III. Fig. 15).

*Körnerschicht.* Von den Kernen der *Membrana fenestrata* durch einen etwa 0,002 mm messenden hellen Zwischenraum getrennt, zeigt sich die *Membrana perforata*. Sie besteht aus einer einfachen Lage rundlicher Kerne, die vollständig den eigentlichen Körnern gleichen und ihre Zellennatur dadurch verraten, dass sie durch helle ungefärbte Zwischenräume getrennt werden [37, Fig. 3].

Die eigentliche Körnerschicht besteht aus 0,005 — 0,007 mm messenden rundlichen Körnern, die 10—12 fach über einander geschichtet sind [1]. Die Körner der vitrealen aus etwa fünf Lagen bestehenden Hälfte, von denen die letzte, chorioidealwärts an die dickere, aus acht Körnern geschichtete Hälfte angrenzende Lage die grössten Körner enthält, wird von Chievitz [2] als aus Spongioblasten zusammengesetzt aufgefasst. Sie färben sich intensiver mit Carmin [37].

Allerdings liegen die Körner in der vitrealen Hälfte der Körnerschicht etwas weniger dicht gedrängt und diese Partie sieht daher heller aus; sie enthält auch die länglich-ellipsoidischen Körner der

radialen Stützfasern. Schon W. Müller [37] entnahm daraus die Veranlassung, die Körner dieser vitrealen Hälfte als Bindegewebszellen (oder Spongioblasten), diejenigen der chorioidealen Hälfte als Ganglienzellen (des Ganglion retinae) zu bezeichnen; für diese Aufstellung lassen sich jedoch weiter keine Beweggründe anführen. Auch die beiden an die Membrana fenestrata anstossenden Lagen von Körnern sehen heller aus (Taf. III. Fig. 11) und sind weniger chromatophil.

Einige der Zellen in der an die spongiöse Schicht anstossenden Lage zeichnen sich, wie beim Huhn, durch auffallende Grösse, chromatophile Beschaffenheit, multipolare Form und ihre starken und weitreichenden Ausläufer aus. Einige der kleineren, an die spongiöse Schicht angrenzenden Zellen zeichnen sich ebenfalls durch ihre chromatophile Beschaffenheit aus. Wie bei den Ganglienzellen lässt sich zunächst weiter keine Differenz zwischen ihnen und den gewöhnlichen achromatophilen Zellen ausfindig machen. Ihre Kernkörperchen sind sehr gross, ebenfalls chromatophil, die Kerne selbst hell, von einem chromatophilen Fadenwerk durchzogen wie andere ruhende Kerne. Die Dimensionen betragen:

In Millimetern	Länge	Breite
Zelle . . . . .	0,028	0,012
Kern . . . . .	0,012	0,01
Kernkörperchen . . . .	0,003	0,003

Sie sind also grösser als die grössten Ganglienzellen der Taubenretina, ihre Längsaxe ist senkrecht zur Ebene der Retina gestellt. Solche Zellen sind übrigens sparsam.

**Spongiöse Schicht.** Sie ist deutlich netzförmig und besitzt 5—6 dunklere Streifen, die schon H. Müller [1, Taf. II. Fig. 15] abgebildet hat. Die Streifen oder Lagen laufen der Retina-Ebene parallel, sind schmal, dunkler, carminophil. Ihre Zahl bleibt im roten Felde dieselbe; nur scheint an letzterem Orte der zweite Streifen von der Ganglienzellenschicht ab gerechnet, heller und deutlicher spongiös zu werden.

**Ganglienzellenschicht.** Die Zellen sind rundlich, im All-

gemeinen klein, 0,006–0,012 mm im Durchmesser [1]; sie sind aber von verschiedener Grösse, grosse und kleine liegen dicht neben einander. Einige sind carminophil, andere nicht, ohne dass dabei die Grösse in Betracht käme, auch verhalten sich die Kerne übereinstimmend. An Salpetersäurepräparaten, die mit Boraxcarmin gefärbt waren, fand sich:

In Millimetern		Länge	Breite
Grosse	Ganglienzelle . . . . .	0,013	0,01
„	Kerne derselben . . . . .	0,0075	0,006
Kleine	Ganglienzelle . . . . .	0,01	0,006
„	Kerne derselben . . . . .	0,006	0,0045
„	Kernkörperchen . . . . .	0,0015	0,0015

Im grössten Teil des Bulbus liegen die Ganglienzellen in einer einzigen Lage, doch sah schon H. Müller [1] im Hintergrunde des Auges zwei und selbst drei Lagen über einander. Gegen die Ora serrata hin werden sie sparsamer und liegen nicht mehr dicht an einander, sind aber dafür etwas grösser und ihre verästelten Fortsätze leichter zu verfolgen [1, Taf. II. Fig. 19].

Opticusfaserschicht (Taf. III. Fig. 13 g). Im Hintergrund des Auges ist sie ziemlich dick (s. Tabelle) und nimmt nach dem Aequator hin weniger rasch ab, als es bei Amphibien der Fall ist. Viele Nervenfasern sind varicös, 0,001–0,002, meist 0,0015 mm dick mit Varicositäten von 0,005 mm; im Hintergrund des Bulbus kommen auch dickere (0,004 mm) markhaltige Nervenfasern [1] vor. Diese Schicht, sowie diejenige der Zapfenfaserkegel schwärzt sich auffällig in Ueberosmiumsäure. In der Gegend des Sehnerveneintrittes, sparsamer auch an anderen Stellen, sind rundliche Zellen zwischen die Opticusfaserbündel eingelagert; es scheint sich nicht um versprengte Ganglienzellen der kleineren Sorte zu handeln.

Die *radialen Stützfasern* sind recht deutlich in der Opticusfaserschicht, Ganglienzellen- und Körnerschicht, in welchen sie eine radiäre Streifung erzeugen. Ihre länglich-ellipsoidischen Kerne liegen an der Grenze der beiden Hälften der Körnerschicht.

*Membrana limitans.* Die kegelförmigen Ansätze der radialen

Stützfasern stehen sehr dicht gedrängt und daher erscheinen sie in der Flächenansicht als ein Mosaik von kleinen unregelmässigen fünf- und sechseckigen Figuren [28, Fig. 3]. An Ueberosmiumsäurepräparaten bilden sie ein zierliches Netzwerk mit kleinen polygonalen Maschen.

*Area* und *Fovea centralis* (Taf. IV. Fig. 17, vergl. auch die Tabelle S. 65). Die von Chievitz [2] aufgefundene und auch in Bezug auf ihre Entwicklung studierte Fovea liegt 1,2 mm nach oben und etwas medianwärts (nach vorn) vom oberen Ende des Pecten, umgeben von einer wenig verdickten Area, am unteren Rande und zwar ausserhalb des im oberen lateralen Quadranten gelegenen roten Feldes. Der Abstand der Area vom unteren Rande des roten Feldes beträgt etwa 1 mm [2] oder 2,6—2,8 mm [6]. Die Dickenunterschiede an der Area sind wenig beträchtlich [2]:

In Millimetern	Nahe an der Papilla n. optici	Area, am medialen Rand der Fovea	Mitte der Fovea	Area, am lateralen Rand der Fovea	7 mm von der Papilla n. optici
Dicke der Retina zwischen der Membrana reticularis und der Membrana limitans	0,2	0,22	0,28	0,23	0,14

Mit dieser von Chievitz [74] später nochmals betonten, relativ geringen Tiefe der Fovea stimmen meine Befunde nicht ganz überein (s. unten Tabelle); die Schnitte von Chievitz mögen zufällig nicht das Centrum der Fovea getroffen haben.

Die *Zapfeninnenglieder* sind in Salpetersäure-Präparaten am Aequator wie in der Area 0,02 mm lang, in der Area aber nur 0,0022 mm dick [2]; sie sind folglich relativ zahlreicher vorhanden (vergl. Anzahl der Oeltropfen S. 55).

Die Anordnung ist so, dass sehr häufig ein roter mit einem orange-farbigem Oeltropfen zusammensitzt [6 — vergl. unten Huhn].

Was die Procentverhältnisse anlangt, so finden sich [6] in der Area auf 100 rote 60 orange und 250 gelbe Oeltropfen. Die Gesamtzahl der letzteren auf das Quadratmillimeter berechnet, beträgt beim Huhn nur 60%, bei *Fringilla linaria* 69% von derjenigen bei der Taube, die Feinheit des Raumsinnes dürfte in demselben Verhältnisse stehen, womit wohl das Orientierungsvermögen (S. 64) der Brieftaube zusammenhängt.

Die *Stäbchen-* und *Zapfenkörner* liegen zufolge der Vermehrung der Zapfenanzahl in vier, anstatt in zwei Reihen über einander, nahe der Axe der Fovea reichen sie nicht dicht an die Membrana reticularis, sondern senden gegen letztere eine kurze Zapfenfaser hin. Ihre Axen stehen schräg zur Axe der Fovea, so dass sie von letzterer nach allen Seiten glaskörperwärts divergieren.

*Körnerschicht.* Die durch das Vorhandensein einer Fovea bedingte Anordnung der Körner zu schrägliegenden und zum Centrum der letzteren radiär gerichteten Säulen ist nicht nur auf senkrechten, sondern auch auf Flächenschnitten der Retina sichtbar [2. Taf. VI. Fig. 7 und 8]. In der Fovea nimmt ihre Dicke ab.

*Spongiöse Schicht.* Ihre Dicke bleibt wie die der Membrana fenestrata in der Area und Fovea unverändert.

*Ganglienzellenschicht.* Ihre Dicke vermindert sich in der Fovea.

*Opticusfaserschicht.* Die Nervenfaserbündel teilen sich und anastomosieren unter spitzen Winkeln, ihre Hauptmasse umzieht in Form eines elliptischen Bogens die Fovea, in der Area selbst sind sie spärlicher und dünner; in der Mitte der Fovea fehlen die Bündel ganz.

*Rotes Feld* (Taf. III. Fig. 11). In diesem sind die roten Oeltropfen sehr gross: 0,0042 mm; die chorioidealwärts gelegenen gelben haben 0,00315 mm, die vitrealwärts gelegenen 0,0028 mm, die grünlich-gelben 0,0021 mm Durchmesser [6]. Es giebt im roten Felde eine hinter der roten befindliche Lage grösserer gelber (oder orangefarbiger) und eine vor denselben befindliche Lage kleinerer orangefarbiger Oeltropfen (vergl. unten). Auffallend ist die Zusammenordnung von roten mit orangefarbigem Oeltropfen wie in der Area.

Was die Procentverhältnisse anlangt, so fanden sich [6] auf einem Abschnitt von 0,000225 qmm an Oeltropfen:

Rote	Orangefarbige		Grünlich-gelbe
	chorioideale	vitreale	
87	119	108	72

Die langwelligen Strahlen sind also auffallend bevorzugt.

Die Lageverhältnisse der Oeltropfen sind so, dass von der Chorioidea

glaskörperwärts auf einander folgen: grosse gelbe, teils orangefarbige, teils gelbgrüne, dann in 0,0026 mm Abstand rote, ferner in 0,0006 mm Entfernung kleinere orangefarbige, endlich nach wiederum 0,004 mm kleine grünlichblaue Oeltropfen [6]. Die Oeltropfen entsprechen also ihrer Lage nach vier auf einander folgenden concentrischen Hohlkugeln (S. 56).

*Stäbchen* fehlen im roten Felde vollständig [26, S. 375].

Am *Aequator* überwiegen die grüngelben Oeltropfen sehr erheblich, im Verhältnis [6]:

Rote	Orangefarbige	Grünlichgelbe
16	11	75

*Papilla n. optici.* Die Eintrittsstelle des N. opticus liegt 1,2 mm von der Fovea centralis entfernt. Sie ist, wie bei den Vögeln überhaupt, sehr deutlich als Rest der Augenblasenspalte charakterisiert. Die Hauptäste des N. opticus sind abgeplattet, bei der Taube z. B. 0,8 mm breit und 0,5 mm dick. Die Eintrittsstelle, auf welche sich die Nervenfasern dieses Stammes verteilen, ist nun etwa 1,5 mm lang, an ihrem oberen Ende dagegen nur 0,2 mm breit. Sie stellt also eine relativ schmale Spalte dar, durch welche hindurch die Fasern nach allen Seiten in die Retina ausstrahlen und zwar an den seitlichen Rändern der Spalte im allgemeinen in senkrechter Richtung zu letzterer. Die Spalte ist an ihrem unteren Ende breiter, am oberen läuft sie spitz zu, so dass auf ihrem Querschnitt die Eintrittsstelle des N. opticus wie gesagt nur etwa 0,2 mm breit ist. Von der Eintrittsstelle, die am lateralen unteren Umfang des Bulbus sich befindet, erstreckt sich der *Pecten* in den Glaskörper hinein. Derselbe ist pigmentiert und reich an Capillaren, seine Basis mit dem N. opticus verwachsen, so dass die lateralen Bündel des letzteren von den medialen durch die genannte Basis getrennt werden. Der Pecten hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Beschaffenheit der Retina; abgesehen von den an tingierten Präparaten sichtbaren Verhältnissen gilt dies auch von den Farben der Oeltropfen. Die Anzahl derselben und also auch der Zapfen scheint allerdings lateralwärts vom Pecten etwas geringer zu sein als



medianwärts von (oder vor) dem Pecten: auf 1 Quadratmillimeter Retina kommen 25603 resp. 30937 Oeltropfen [6]. Der Pecten gilt für einen Rest der am meisten proximalen Kieme, der Verlauf seiner Basis geht von oben nach unten und medianwärts, letzterer ist dabei gebogen und nicht genau meridional gerichtet. Die Retinaschichten werden in der Nachbarschaft des Pecten beträchtlich dünner [37]:

In Millimetern	Dicht am N. opticus	1 mm davon entfernt
Stäbchen-Zapfenschicht . . . . .	0,0254	0,066
Stäbchen- u. Zapfenkörnerschicht incl. Membr. fenestr.	0,0127	0,0254
Körnerschicht . . . . .	0,0254	0,0508
Spongiose Schicht . . . . .	0,0305	0,066
Ganglienzellenschicht . . . . .	0,0076	0,0101
Retina im Ganzen . . . . .	1,1016	0,2183

*Zusammenhang der Retinaelemente.* Dogiel [41. Fig. 4 und 5] hat die Taube zur Darstellung der mutmaasslich nervösen Elemente mittels des Methylenblau ausgewählt. Letzteres wurde dem Tiere injiziert oder einfach dem frischen Retinapräparat zugesetzt und nachher die Färbung durch Ammoniumpikrat fixiert. Die Resultate stimmen im allgemeinen mit denen von Ramón y Cajal (vergl. unten *Anas boschas domestica*) überein.

Die Stäbchen und Zapfen färben sich nicht. Dagegen erhielt Ramón y Cajal beim Käuzchen (*chevêche*) Schwärzung derselben durch Silbernitrat, die bis an die Membrana fenestrata reichte. In der Gegend der Membrana fenestrata färbte sich durch beide Reagentien ein Fasernetz, welches zum Teil aus Ausläufern sternförmiger Zellen sich zusammensetzt, die ihrer Lage nach der Membrana perforata entsprechen. Die eigentlichen Körner senden nach Dogiel einen starken Fortsatz chorioidealwärts ab, der büschelförmig sich verästelnd, zahlreiche Fäden zu jenem Netze beiträgt. Der vitreale Fortsatz ist lang und dünn, dringt ungeteilt in die spongiose Schicht ein und durchsetzt sie bis zu ihrer vitrealen Grenze. Dasselbst liegt ein in der Ebene der Retina ausgebreitetes Fasernetz, mit welchem sich die Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen mischen. Letztere Fortsätze bilden durch ihre Verästelung an der Grenze zwischen erstem und zweitem, resp. zweitem

und dritten Drittel der spongiösen Schicht, von der Ganglienzellschicht aus gerechnet, zwei dunklere, ebenfalls in der Ebene der Retina sich erstreckende Lagen, die auf dem Durchschnitt wie dunklere Streifen aussehen. Nicht nur die genannten Fortsätze der Ganglienzellen, sondern auch letztere selbst, ihre Axencylinderfortsätze und die Nervenfasern der Opticusfaserschicht färben sich durch Methylenblau. Andere Opticusfasern durchsetzen in schräger Richtung die spongiöse Schicht (vergl. unten Huhn) und hängen mit den ebenfalls intensiv gefärbten grösseren Körnern an der vitrealen Grenze der Körnerschicht zusammen. Diese sogen. Spongioblasten sind daher nach Dogiel unzweifelhaft nervöse Zellen.

*Ora serrata.* Am distalen Rande derselben befindet sich ein 0,08 mm breiter Saum, an welchem nur grüne Oeltropfen vorhanden sind [6]. An der Ora hört die Membrana fenestrata etwas früher auf, als die Zapfenkörnerschicht und Körnerschicht; es sieht daher aus, als flössen beide Schichten zusammen. Die Ganglienzellen sind einzeln vorhanden, reichen aber bis fast an die Pars ciliaris, von der die letzte Zelle z. B. nur 0,07 mm entfernt bleibt.

*Physiologisches.* Was die Vorliebe für bestimmte Farben anbetrifft, so scheint es der Taube nicht nur gleichgültig zu sein, ob sie im Hellen oder im Dunkeln sitzt, sondern auch, ob sie rotem oder blauem, rotem oder grünem, grünem oder blauem Licht ausgesetzt wird [28, S. 102].

Ueber das auffallende Orientierungsvermögen der Brieftauben sind zu militärischen Zwecken zahlreiche Experimente angestellt, aus denen sich so viel ergibt, dass die Tauben dressiert werden, indem man sie erst über kürzere, dann über weitere Strecken zu ihrem Schlage sich zurückfinden lässt. Sie orientieren sich nach Landmarken, im Nebel geht ihnen diese Fähigkeit verloren. Jedenfalls besitzen sie eine ausgezeichnete Sehschärfe und zwar ist diese ohne Zweifel in dem beschriebenen roten Felde localisiert. Letzteres ist in physiologischer Hinsicht nichts weiter als eine sehr ausgedehnte Fovea lateralis, die ein Gegenstück zur Macula lutea und Fovea centralis des Chamaeleon bildet.

Die Dicke der Retina wechselt beträchtlich in verschiedenen Gegenden:

In Millimetern	Medialer oberer Quadrant <sup>1)</sup>	Rotes Feld <sup>2)</sup>	Medialer oberer Quadrant <sup>3)</sup>	Rotes Feld <sup>4)</sup>	Centrum der Fovea centralis <sup>5)</sup>	Area centralis <sup>6)</sup>	Rand der Area centralis <sup>6)</sup>	1,4 mm über der Papilla n. optici <sup>7)</sup>	Papilla n. optici <sup>8)</sup>	Ora serrata <sup>9)</sup>	II. Müller [11] <sup>10)</sup>	W. Müller [32] <sup>11)</sup>
Pigmentschicht . . . . .	—	—	0,007	—	0,066	0,073	—	—	0,015	—	—	—
Stäbchen-Zapfenschicht . . . . .	—	—	0,029	0,032	—	—	0,048	0,032	0,036	0,32	—	—
" - Aussenglieder . . . . .	—	—	0,007	0,008	—	—	0,018	0,008	0,012	0,012	—	—
" - Innenglieder . . . . .	0,02	0,028	0,022	0,024	0,02	0,029	0,03	0,024	0,026	0,02	—	0,052
Membrana reticularis . . . . .	—	0,001	0,001	0,001	—	0,001	—	—	—	—	—	—
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht . . . . .	0,018	0,036	0,036	0,028	0,02	0,024	0,026	0,018	0,020	0,018	0,02	—
Membrana fenestrata . . . . .	0,004	0,002	0,003	—	0,004	0,004	0,004	0,002	0,004	0,004	—	0,004
Membr. fenestrata, Körnerschicht . . . . .	0,048	0,088	0,06	0,108	0,042	0,136	0,091	0,072	0,046	0,04	0,05	0,004
Spongöse Schicht . . . . .	0,072	0,084	0,044	0,048	0,038	0,072	0,056	0,036	0,024	0,032	0,05-7	0,049
Ganglienzellenschicht . . . . .	0,01	0,02	0,012	0,018	0,036	0,04	0,014	0,018	0,008	0,016	0,01	0,05
Opticusfaserschicht . . . . .	0,028	0,015	0,032	0,006	0,008	0,032	0,048	0,028	0,052	—	—	0,013
Membrana limitans . . . . .	0,0015	0,0015	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,0015	0,0015	—	—	—
Retina in Summa . . . . .	0,2015	0,2755	0,218	0,242	0,217	0,34	0,289	0,1975	0,24	0,142	—	0,175

<sup>1)</sup> und <sup>2)</sup> Behandlung mit 0,2%iger Ueberosminsäure, in Wasser untersucht. — bis <sup>10)</sup> Salpetersäure und Paraffin.

<sup>3)</sup> 4,7 mm von der Ora serrata. 7 Körner.

<sup>4)</sup> 3,8 mm von der Ora serrata.

<sup>5)</sup> 0,3 mm von dem Centrum der Fovea centralis.

<sup>6)</sup> 0,3 mm von dem Centrum der Fovea centralis.

<sup>7)</sup> 1,0 mm von dem Centrum der Fovea centralis.

<sup>8)</sup> Zwischen Area und rotem Felde.

<sup>9)</sup> 0,3 mm unter dem oberen Ende der Eintrittsstelle des N. opticus. — Die Differenz der Summe resultiert daraus, dass die Schichten schräg verlaufen.

<sup>10)</sup> Dicht an der Pars ciliaris.

<sup>11)</sup> Chromsäurepräparate in Wasser.

<sup>12)</sup> Dicke der Retina ohne Opticusfaserschicht.

Chievitz [2] giebt das Zahlenverhältnis der verschiedenartigen Körner in der Retina zu einander folgendermaassen an:

Die Elementarteile linker Hand = 1	Area, 0,4 mm v. der Fovea	3 mm weiter peripher	5,4 mm weiter peripher	1,4 mm von der Ora
Stäbchen-Zapfenkörner: Körner . . .	1 : 5,0	1 : 4,4	1 : 3,0	1 : 2,7
"              " : Ganglienzellen.	1 : 1,0	1 : 1,9	1 : 2,4	1 : 3,3
Körner: Spongioblasten . . . . .	1 : 1,9	1 : 1,85	1 : 1,8	1 : 2,5
Ganglienzellen: Körner . . . . .	1 : 5,0	1 : 1,8	1 : 7,3	1 : 8,9

# Referate

von

W. Krause.

---

**W. Haacke**, *Gestaltung und Vererbung*. Eine Entwicklungsmechanik der Organismen. 8. Leipzig. T. O. Weigel Nachfolger. VIII u. 337 S. Mit 26 Textfiguren.

Die Monographie beschäftigt sich hauptsächlich mit einer Widerlegung der von Weismann aufgestellten Theorien über Keimplasma (vergl. unten), die unter dem Namen „Weismannismus“ zusammengefasst werden. Ausserdem werden die Anschauungen von Spencer, Darwin, Nägeli, Roux, Eimer und vieler anderer teils benutzt, teils mehr oder weniger kritisch erörtert. Der Verfasser will unter Biologie am liebsten sämtliche Wissenschaften, die sich mit Organismen beschäftigen, verstanden wissen. Der Weismann'schen Praeformationslehre wird die von der *Epigenesis* scharf gegenübergestellt und für die allein zuverlässige erklärt; am Schluss sind auch religiös-philosophische Citate beigebracht. Erstere Theorie fordert ein *polymictes*, letztere dagegen ein „*monotones*“ Plasma. Ausserdem aber steht und fällt die Epigenesislehre mit der Annahme von der Vererbung erworbener Eigenschaften. Besonderer Beweise für diese Hypothese bedürfe es keineswegs, denn die gesamte Organismenwelt sei das Resultat eines von der Natur angestellten grossartigen Vererbungsexperimentes. Noch weniger könnten Laboratoriumsversuche in Betracht kommen: wenn die Natur vielleicht 1000 Generationen brauche, um eine merkliche Verkürzung hervorzubringen, so genüge es nicht, dass Weismann 20 bis 30 Generationen hindurch seinen weissen Mäusen nach deren Geburt den Schwanz abschnitt, obgleich stets von neuem ausschliesslich Junge mit vollständigen Schwänzen zur Welt kamen. Der Verfasser stellt auch eine besondere Theorie von „Gemmen“ und „Gemmarien“ auf, über welche das Original zu vergleichen ist.

---

**A. Weismann**, *The Germ Plasm: a theory of Heredity*. Translated by W. Newton Parker and Harriet Rönnfeldt. 1893. 8. London. W. Scott. XXII u. 447 S. Mit 24 Holzschn.

Referent beabsichtigt nur auf die Thatsache aufmerksam zu machen, dass es der Lehre des Verfassers vom Keimplasma gelang, in England Anklang zu finden. Das dem Referent bekannte Sprachtalent der Uebersetzerin, Miss Rönnfeldt, liess von vornherein Ausgezeichnetes erwarten.

---

## Ein Mikroskopstativ aus Aluminium

von

**W. Krause.**

---

Karop legte vor Jahresfrist der Royal Microscopical Society in London ein Mikroskop aus Aluminium vor (Virchow-Hirsch, Jahresbericht f. 1892. S. 48). Für das I. anatomische Institut in Berlin hat die unten angegebene Firma daselbst jetzt ein Stativ (Modell Zeiss, Nr. IV) vollendet, welches nur 1,225 kg Gewicht hat, während es in Messing ausgeführt 3,665 kg, also das Dreifache wiegen würde. Es ist Sorge getragen, dass der Schwerpunkt in derselben Höhe über dem Laboratoriumstisch sich befindet, wie bei dem Messingmodell, so dass die Stabilität dieselbe bleibt. Die grossen Vorteile für den Gebrauch im Laboratorium wegen der Eigenschaft nicht zu rosten, so dass kein Firniss benötigt wird, der Resistenz gegen Säuren u. s. w., und namentlich der leichten Transportfähigkeit liegen auf der Hand. Vorläufig sind die Oculare und Objectivsysteme noch die alten, in Messing gefassten, einige übrigens meist verdeckt liegende Schrauben von Stahl u. s. w., sowie der Preis von ca. 200 Mk. zur Zeit noch höher als für Messingstative (150 Mk.), trotz der Billigkeit des Metalles. Der Industrie wird es ohne Zweifel gelingen, die Herstellungskosten bedeutend zu ermässigen, wenn Maschinenarbeit benutzt werden kann. Schon jetzt würden etwaige Bestellungen dazu beitragen; sie sind ev. zu richten an Herrn Opticus Magen, Berlin, NW. Scharnhorststr. 34 a.

Berlin, 15. December 1893.

# Die Retina

VON

W. Krause.

## V.<sup>1)</sup> Die Retina der Vögel.

(Schluss.)

Cracidae.

### **Meleagris gallopavo.**

Die Retina des Puters ist schon von Hannover [22. S. 52] untersucht, die Oeltropfen der Zapfen sind kleiner als beim Huhn und die Stäbchen (Zapfen?) länger als bei letzterem und dem Sperling. Ramón y Cajal [84] fand wie beim Huhn einige Zapfenfasern schräg verlaufend; sie sind beim Truthahn besonders lang.

Phasianidae.

### **Gallus domesticus.**

Die Retina des Huhnes hat Hannover [48] seiner Beschreibung der Retina zu Grunde gelegt, während H. Müller [1] und W. Müller [37] die Taube vorgezogen haben. Hier wird die erstere ausführlicher behandelt, um bei den anderen Vögeln darauf verweisen zu können.

**Pigmentschicht.** Die Pigmentzellen sind weniger dick und kleiner als bei den Fischen und Amphibien. Sie sind ebenfalls sechseckig, senden Fortsätze zwischen die Aussenglieder, die mit sehr feinen.

<sup>1)</sup> Diese Monatsschrift 1894. Bd. XI. H. 1. S. 1.

meist stäbchenförmigen Pigmentkrystallen, durchsetzt sind und Längsfurchen auf der Oberfläche der Aussenglieder hinterlassen. Die Krystalle (Taf. V. Fig. 23) haben teils zugespitzte, teils scharf abgeschnittene Enden und sind 0,0013—0,0027 mm lang [65, Fig. 7]. — Alle diese Verhältnisse sind feiner als bei den genannten Tieren. Im Dunkeln zieht sich das Pigment chorioidealwärts zurück und die übrige Retina trennt sich leicht von der Pigmentschicht, im Hellen wandern die Pigmentkörnchen sparsamer und weniger weit vitrealwärts. Die Pigmentkörnchen sehen mehr bräunlich als schwärzlich aus. Sie lassen den chorioidealen Abschnitt der Zelle frei, woselbst ein ellipsoidischer Kern gelegen ist.

#### Stäbchen- und Zapfenschicht.

*Stäbchen.* Das Aussenglied endigt chorioidealwärts kuppenförmig abgerundet; seine Längsstreifen sind nach Ueberosmiumsäure-Behandlung viel weniger deutlich als bei Reptilien und Amphibien, sie verlaufen ebenfalls spiralg [9]. Der Zerfall in Plättchen tritt noch leichter als bei den Amphibienstäbchen auf; die Plättchen zeigen nach Behandlung der Retina mit Chromessig-Ueberosmiumsäure und Behandlung mit Anilinfarbstoffen eine radiäre Zerklüftung, wie sie besser bei den Amphibien (Frosch etc.) zu sehen ist [71, Fig. i]. Die Plättchendicke soll im Mittel 0,00065 mm betragen [5, S. 229].

Am chorioidealen Ende des Innengliedes liegt ein Stäbchenellipsoid; vitrealwärts von demselben beginnt das Innenglied sich zu verschmälern und zeigt daselbst ein stark lichtbrechendes, kegelförmiges, mit der Spitze glaskörperwärts gerichtetes, kleineres Körperchen, das *Hyperboloid* (S. 81). Es ist bereits im frischen Zustande sichtbar, färbt sich dunkel durch 0,5—1 procentige Ueberosmiumsäure, nach Maceration in Jodserum wird es etwas länglicher und hat früher mitunter zur Annahme einer Axenfaser im Innengliede Anlass gegeben. In hinlänglich verdünnter Ueberosmiumsäure (0,1—0,2 %) bleibt es hell, glänzend, sieht mitunter rundlich aus; doch ist schwer zu sagen, wie viel davon auf die Lage kommt und inwieweit das Kunstproduct ist. Nicht selten reissen die Aussenglieder mit dem Ellipsoid zusammen sich los oder ziehen sich zu dünnen Fäden aus; alsdann sitzt das Hyperboloid scheinbar am chorioidealen Ende des Innengliedes eines



sehr schlanken Zapfens und das ganze Gebilde sieht sehr eigentümlich aus.

Von dem chorioidealen Ende des Innengliedes erstrecken sich an Ueberosmiumsäure-Präparaten äusserst feine, schwer sichtbare haarförmige Fortsätze auf den Anfangsteil des Aussengliedes.

Die Länge des Aussengliedes beträgt 0,0125—0,0135 mm, die Breite an seiner Basis 0,0032—0,0036 mm, die Länge des Innengliedes incl. des Stäbchenkornes, also bis zur Membrana fenestrata gemessen, 0,022—0,024 mm [9]. An Präparaten, die in 0,2 procentiger Ueberosmiumsäure gehärtet und in Wasser untersucht wurden, ergab sich:

In Millimetern	Länge	Breite
Kegelförmiger Zapfen . . . . .	0,255	—
„ „ -Aussenglied . . . . .	0,009	0,001
„ „ -Innenglied . . . . .	0,0165	0,002
„ „ -Ellipsoid . . . . .	0,006	0,003

*Zapfen.* Es sind vier verschiedene Arten vorhanden: einfache Zapfen ohne Oeltropfen, einfache stäbchenförmige oder kegelförmige mit Oeltropfen und Doppelzapfen.

*Kegelförmige Zapfen ohne Oeltropfen.* Sie sind selten, ihre Aussenglieder kurz, nur 0,0035—0,0045 mm lang [9]. Die Innenglieder sind ziemlich dick und enthalten entweder nur ein Ellipsoid, welches meistens stark körnig erscheint, oder gewöhnlich ausserdem und zwar weiter vitrealwärts ein *Paraboloid* (Ellipsoid [9]), welches heller, homogener und ebenfalls stark lichtbrechend ist. Die ersterwähnten einfachen Zapfen sind zugleich von schlankerer Form. Die Dimensionen betragen an Ueberosmiumsäure-Präparaten, in Wasser untersucht:

In Millimetern	Länge	Breite
Stäbchen . . . . .	0,033	—
„ -Aussenglied . . . . .	0,021	0,003
„ -Innenglied . . . . .	0,012	0,0045
„ -Ellipsoid . . . . .	0,006	0,004
„ -Hyperboloid . . . . .	0,003	0,002

*Einfache Zapfen mit Oeltropfen* sind am häufigsten und bilden in der Flächenansicht am frischen mit Glaskörperflüssigkeit untersuchten Präparat eine prachtvolle Erscheinung [22, Taf. V. Fig. 68]. Die Hauptfarben der Oeltropfen sind carmoisinrot, orange, canariengelb, gelbgrünlich und blassblau oder bläulich [vergl. 14, S. 158; 55, 18, 9]. Allerdings sind Uebergangsstufen vorhanden, wonach die Oeltropfen als dunkelrot, hellrot, orangerot, orange, orangegelb, gelb, gelblichgrün, hellgrün, blaugrün, hellblau etc. bezeichnet werden [9]. Die blauen Oeltropfen sind nach ihrer Feststellung [13, S. 29] lange bestritten worden [59, S. 381; 20, S. 414], seitdem aber von vielen Autoren [55, 18, 9, 24, s. *Athene noctua*] bestätigt. Man trifft auch sehr schwach gefärbte Oeltropfen an, die meistens eigentlich blau sind [13]; sie scheinen die kürzesten Aussenglieder [55] zu besitzen: von 0,0045 mm Länge [9].

Die einfachen Zapfen mit Oeltropfen sind bald mehr dünnzylindrisch (stäbchenförmig [9]), bald mehr kegelförmig, es kommen aber alle möglichen Uebergänge zwischen beiden vor, und die Differenz ist überhaupt beim Huhne geringer, als namentlich bei *Fringilla spinus* etc. Die Länge der Aussenglieder beträgt 0,012—0,018 mm, sie ist nicht immer sicher zu bestimmen, weil die Spitzen der ersteren leicht abbrechen, steht aber keinesfalls in einer *constanten* Beziehung zur Farbe der Oeltropfen, so dass von letzterer ihr Verhältnis zur Länge der Innenglieder abhängig wäre [vergl. 9, sowie 55]. Die Dicke der Innenglieder wechselt von 0,0018—0,0035 mm, ebenso ist ihre Länge schwankend: manche reichen kaum bis an das Niveau der Oeltropfen der längeren Zapfen [18, 9]. Ueber die Zapfenellipsoide vergl. unten; sie verhalten sich wie die Stäbchenellipsoide. Dem Zapfenellipsoid (sogen. Fadenapparat) in den Zapfen des Menschen sind sie ohne Zweifel homolog [55, 14], was irrtümlich bezweifelt worden ist [9]. Eine zarte Längsstreifung, die an dicken, kegelförmigen Innengliedern nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure zuweilen wahrgenommen wird, wurde irrtümlich mit der fädigen Anordnung der menschlichen Zapfenellipsoide in Zusammenhang gebracht [9], da diese Streifung bis nahe zur *Membrana reticularis* reicht [9, Taf. XIV. Fig. 43].

*Doppelzapfen.* In der Retina des Huhnes wie bei den Vögeln

überhaupt kommen zahlreiche Doppelzapfen, niemals Zwillingszapfen vor. Der Hauptzapfen ist länger und schmaler, der Nebenzapfen kürzer und dicker. Ersterer enthält im Innengliede stets einen farbigen Oeltropfen, im Nebenzapfen ist diese Kugel kleiner oder fehlt ganz; anstatt derselben findet sich ein gelbes oder mit gelben Pigmentkörnchen versehenes Ellipsoid [Abbildung s. 5. Taf. XIII. Fig. 6 c). Diese Anordnung erinnert an die roten Pigmentkörnchen der Taube (S. 54), nur ist das Innenglied selbst farblos und solche Zapfen kommen nicht ausschliesslich, aber doch besonders zahlreich im Orangefeld [gelbes Feld, 6] einer orangefarbenen Partie der Retina vor. Letzteres Feld nimmt (wie das rote Feld bei der Taube) den oberen lateralen Quadranten der Netzhaut fast ganz ein und repräsentiert eine bevorzugte Stelle der Retina, nämlich eine für das Sehen mit zwei Augen bestimmte Area oder *Fovea lateralis*.

Der vitrealwärts gelegene Teil des Innengliedes enthält im Nebenzapfen ein Paraboloid, und da sich letzteres dem Ellipsoid unmittelbar anschliesst, so pflegt im optischen Längsschnitt das betreffende Ende des Ellipsoides vitrealwärts plan oder sogar concav zu erscheinen. Der Oeltropfen des Hauptzapfens ist meist citrongelb oder grünlichgelb, derjenige des Nebenzapfens gewöhnlich blassblau, scheinbar farblos oder hellgelb. Die Aussenglieder der Hauptzapfen sind kürzer und dicker, diejenigen der Nebenzapfen dünner und schlanker.

*Oeltropfen.* Ueber die Farben derselben vergl. Taf. V. Fig. 20 und 21, sowie *Athene noctua* (S. 40). Abbildungen wurden schon 1844 von Hannover [22] und von M. Schultze [45. Taf. IX. Fig. 6] gegeben, beide sind nicht ganz naturgetreu.<sup>1)</sup>

Bemerkenswert ist zunächst, dass wie bei *Astur palumbarius* (S. 42) stets ein orangefarbiger und ein roter Oeltropfen zusammensitzen (vergl.

<sup>1)</sup> An sich ist es nicht leicht, Farben durchstrahlter Körper in Wasserfarben bei auffallendem Licht wiederzugeben. Viele Uebergänge zwischen den Grundfarben sind in Chromolithographien an so kleinen farbigen Kreisen schwer herzustellen. Hat man einen guten Probedruck erhalten, so giebt das keineswegs Sicherheit, dass alle übrigen, die in die Hände der Leser kommen, ebenso ausfallen. Endlich sind die heute in der Chromolithographie meist verwendeten Anilinfarbstoffe nichts weniger als lichtbeständig. Alle diese Gründe liessen es als geraten erscheinen, hier auf eine Wiedergabe der Farben der jeden Augenblick so leicht frisch darzustellenden Oeltropfen u. s. w. im allgemeinen zu verzichten.

auch unten *Fulica atra*). Diese Beobachtung [13, S. 30; 15, S. 773] wurde seitdem von Heinemann [8, S. 439] für verschiedene Vögel und von Wälchli [6] für das Huhn bestätigt. In dem oben erwähnten Orangefelde überwiegen aber nicht allein die roten, sondern auch die orangefarbigten Kugeln, während in der Macula (S. 76) die roten besonders häufig auftreten (s. unten). Das Feld wird beim Huhn besser als orangefarbiges Feld oder *Orangefeld* bezeichnet, seine rote Farbe in der Taubenretina hängt von den roten Pigmentkörnchen vieler Zapfennenglieder ab. Bei *Fringilla linaria* sind im Orangefeld je zwei orangefarbige neben einem roten Oeltropfen vorhanden, welche zusammen verzweigte Ketten bilden, die zwischen Gruppen von grünlichen hindurchlaufen (S. 16). Die Oeltropfen, von 0,0038 mm Durchmesser, wirken wie kleine Linsen; die Brennweite der gelben schätzte Talma [18] auf 0,003 mm. Letzterer sowie Wälchli [60] haben über das spectrale Absorptionsvermögen Mitteilungen gemacht. Wie zu erwarten war, lassen die roten Oeltropfen nur Rot und etwas Orange durch, absorbieren aber die kürzerwelligen Lichtstrahlen. Die orangefarbigten lassen wesentlich nur die langwelligen Strahlen bis zum Grün durch. Die grünen Oeltropfen absorbieren namentlich Indigoblau und Violett sehr merklich. Mithin lassen die verschiedenfarbigten Oeltropfen jeder nur ganz bestimmte Strahlen zu ihrem zugehörigen Aussengliede gelangen (vergl. *Passer domesticus*, S. 18).

In physicalischer Hinsicht ist zu bemerken, dass die Oeltropfen auf Wasser schwimmen, was schon Hannover [22, S. 50] wusste, und zusammenfliessen wie flüssige Fetttropfen. Nach der Entdeckung von Hulke [47] nehmen sie sämtlich, möge ihre ursprüngliche Farbe sein wie sie wolle, durch Jod, z. B. in wässriger Jodjodkaliumlösung von 0,5 % Jodkalium und 0,25 % Jod [64], einen erst grünblauen, dann blauen Farbenton an. Die roten werden schwarzviolett, die gelben successiv grün, blaugrün, blau, die bläulichen grünblau. Letzteres Verhalten lässt unzweifelhaft erkennen, dass diese früher für farblos gehaltenen Oeltropfen in der That etwas Farbstoff enthalten. Alkohol oder Chloroform löst den Farbstoff sämtlicher Oeltropfen auf, auch in Säuren entfärben sie sich, wenn auch langsam. Gegen einige Säuren zeigen sie jedoch ein besonderes Verhalten. Concentrierte Schwefel-

säure färbt sie erst dunkelviolett, dann tief blau. Concentrierte Salpetersäure macht sie einen Augenblick grün, um sie dann vollständig zu entfärben [64].

Für die Beurteilung der Wirkung der Oeltropfen auf den Gang der Lichtstrahlen würde noch das Verhalten der durchsichtigen Medien des Vogelauges in Betracht zu ziehen sein. De Chardonnet [62] fand beim Menschen durch Untersuchung von Cataract-Operierten, dass die Krystalllinse die ultravioletten Strahlen aufhält, so dass die Retina an sich bis zur Linie *S* des Spectrum sich lichtempfindlich zeigt. Jene Strahlen passieren bis zur Linie *L—M* die Linse, bis zur Linie *s—T* die Cornea, bis zur Linie *S—s* den Glaskörper. Die durchsichtigen Medien der Vögel lassen nunmehr ultraviolette Strahlen durch: bei den Eulen die Linse bis zur Linie *S—s*, die Cornea bis zur Linie *T*, der Glaskörper bis zur Linie *U*. Aehnlich verhalten sich unter den Tagvögeln das Huhn, der Truthahn, das Rebhuhn, sowie der Sperber. Man kann nun noch versuchen, durch die spectralanalytische Untersuchung von Extracten der Retina zu weiterer Aufklärung zu gelangen. Nimmt man die Oeltropfenfarbstoffe aus der getrockneten Retina in Aether auf, so erhält man eine gelbe Lösung, die ein discontinuierliches, am violetten weit mehr als am roten Ende verkürztes Spectrum zeigen [15, S. 773]. Mit meinem damaligen Resultat (1876) stimmen die Angaben von Capranica [64], der alkoholische und Schwefelkohlenstofflösungen verwendete, überein. Das rote Ende wird bis fast zu einer in der Mitte zwischen den Linien *B* und *C* gelegenen Stelle absorbiert, das violette Ende von *b* ab. Es werden also der grösste Teil der roten Strahlen, die orangefarbig gelben und ein Teil der grünen durchgelassen. — Bald darauf kam Kühne [33, S. 346, 1878] zu dem widersprechenden und bei der Anzahl der grünlichen und bläulichen Oeltropfen unmöglichen Resultat, das rote Ende sei nicht verkürzt. Die Farbstoffe waren durch Ausziehen mit Alkohol und Aether im grossen dargestellt. Die orangerote Aetherlösung hinterlässt beim Verdunsten ein intensiv feuerrotes Fett. Aus diesem lassen sich drei gesonderte Farbstoffe darstellen: grünes *Chlorophan*, gelbes *Xanthophan*, rotes *Rhodophan*. Letzteres ist in Schwefelkohlenstoff unlöslich, die anderen beiden Farbstoffe sind darin löslich, sie werden durch

fractioniertes Auflösen in Petroläther getrennt, worin das Xanthophan weniger löslich ist. Alle diese Körper sind so gut wie unempfindlich gegen Licht im Vergleich zum Sehpurpur. Im Spectralapparat zeigten die Lösungen folgendes:

Chlorophan lässt mehr Violett durch, weniger Blau und weit mehr Grün als die Mischung.

Xanthophan lässt sehr wenig Violett durch, absorbiert auch Indigo etwas.

Rhodophan absorbiert Violett und die Strahlen in der Gegend der Spectrallinie *F*.

Wie sich aus dem Gesagten ergibt, wird Rot zwischen den Linien *A* und *a* gar nicht, hauptsächlich aber Blau und Violett absorbiert. Eine Mischung der Farbstoffe absorbiert Violett sehr stark, weniger Blau und Grün. Die Ursache der Abweichung von Kühne gegenüber allen übrigen Untersuchern ist wohl darin zu suchen, dass die Trennung der drei Farbstoffe erst durch ein compliciertes Ver-seifungsverfahren erzielt worden war.

Um die verschiedenfarbigen Oeltropfen der Zapfen zu zählen, schlug Wälchli [6] folgendes Verfahren ein. Die Tiere (Hähne) wurden im Dunkeln gehalten, getötet, die Cornea mit Silbernitrat markiert zum Zweck der späteren Orientierung, dann geöffnet eine halbe Stunde lang in 1procentige Ueberosmiumsäure gelegt und in der feuchten Kammer bei 800 facher Vergrösserung im Gaslicht oder im Sonnenlicht untersucht. Bei diesem sehr zweckmässigen Verfahren verzichtet man freilich auf die feineren Farbennuancen und Uebergänge, zum Zweck der Zählung muss das aber wohl so wie so geschehen. Die Farben waren 1. rot — 2. orange bis gelb — 3. grünlich — 4. farblos (resp. bläulich).

Die Spectraluntersuchung ergab, dass von den roten Oeltropfen die langwelligen Lichtstrahlen bis Grün, namentlich Rot und etwas Orange durchgelassen werden. Die grünlichen absorbieren Violett und Indigo sehr merklich, sie fehlen in einem am tiefen Pol des lateralwärts gerichteten Bulbus gelegenen, der Macula lutea entsprechenden Teile der Retina. Die farblosen Tropfen sind meistens blassgrünlich, sie zeigen viele Uebergänge von blass gelbgrün, blaugrün und blau bis zum Farblosen.

Der *Durchmesser* der roten Oeltropfen nimmt von der Macula nach der Ora serrata hin ab, von 0,0035—0,00311 mm im Mittel; die grünlichen sind in der Peripherie am grössten (0,00385 mm), sogar grösser als 0,0042 mm, die roten messen bis 0,00385 mm. Die orangefarbigsten haben 0,00315, in der Peripherie nur 0,00242 mm, die farblosen an der Peripherie 0,0015—0,003 mm Durchmesser.

Die *Anzahl* beträgt auf 1 qmm in den verschiedenen Teilen der Netzhaut:

Macula	Orangefeld	Peripherie	Aequator	Ora serrata
71297	48006	20269	16713	6045

Beim Bussard, *Falco buteo*, hatte ich [13. S. 29] im Hintergrund des Auges an der ganz frischen Netzhaut 11 261 Oeltropfen auf 1 qmm gezählt. Offenbar ist die Ueberosmiumsäuremethode Wälchli's vorzuziehen; da die frische Retina die Neigung hat, nach allen Richtungen hin sich zu verbreitern, so kann die Zahl der Zapfen zu niedrig ausgefallen sein, ohne dass dadurch das relative Verhältnis zur Zapfenzahl in der Retina der Eulen (s. letztere) sich wesentlich änderte.

Was die Procentverhältnisse anlangt, so fanden sich von Oeltropfen in der Macula:

Rote	Orange- farbige	Gelbgrüne
100	80	150

Die grünlichen sind an dieser Stelle der Netzhaut mehr gelblich, was schon M. Schultze [4. Taf. IX. Fig. 9b] als charakteristisch für die Fovea centralis von *Falco buteo* hervorhebt. Alle Oeltropfen liegen in demselben Niveau. Im Orangefeld finden sich je zwei orangefarbige neben einer roten Kugel, so dass die Reihenfolge wird: orange, rot, orange, orange, rot, orange, orange, rot u. s. w. Die Procentverhältnisse ergaben sich:

Rote	Orange- farbige	Grünliche
100	100	200

Man sieht, dass die gelben, orangefarbenen und roten Strahlen hier bevorzugt sind. Die Oeltropfen liegen nicht genau in gleichem Niveau, sowie die Länge der Zapfeninnenglieder nicht genau dieselbe ist. Am nächsten der Chorioidea befinden sich die grossen grünen, dann folgen successive die roten, die kleinen grünlichen oder farblosen.

Der *Pecten*, dessen Basis von oben schräg nach unten und welcher bekanntlich medianwärts (vorn) im unteren Teile des Augenhintergrundes verläuft, hat keine Bedeutung für die Farbenempfindlichkeit; vor und hinter demselben ist die Farbenverteilung in den Oeltropfen dieselbe.

In der *Peripherie* der Netzhaut betragen die Differenzen des Niveau: von den grossen grünlichen (welche nur hier vorhanden sind) bis zu den roten = 0,002—0,003 mm, von den roten bis zu den orangefarbenen, farblosen oder grünlichen = 0,001—0,003 mm. Die Peripherie enthält fast viermal weniger Zapfen als die Macula (s. oben). Die Oeltropfen sind im Allgemeinen grösser, namentlich die grünlichen, doch finden sich auch kleine grünliche, bläuliche und farblose, weniger rote und orangefarbige. Die grossen grünen Tropfen lassen das Blau bis  $F - \frac{1}{2} G$  durch. Es ergibt sich daraus verminderte Localisation der Farbenempfindung und grössere Empfindlichkeit für die stärker brechbaren violetten Strahlen.

Am *Aequator* resultieren folgende Procentverhältnisse der Oeltropfen:

Rote	Orange- farbige	Grosse grünliche	Kleine grünliche
100	100	200	ca. 100

An der *Ora serrata* überwiegen die grünlichen Oeltropfen durchaus.

*Stäbchen- und Zapfenellipsoide.* Sowohl die Stäbchen als die Zapfen enthalten, vitrealwärts vom Oeltropfen der letzteren, einen dem Aussengliede unmittelbar benachbarten ellipsoidischen Körper im Innen-



gliede (Taf. V. Fig. 28). Derselbe ist körnig, auch im frischen Zustande sichtbar [13, S. 26], carminophil und fuchsinophil, wie er denn überhaupt als chromatophil bezeichnet werden kann. Das Vorkommen dieser Ellipsoide ist ein durchaus allgemeines durch die ganze Wirbeltierreihe, und wo sie scheinbar einer Retina fehlen, haben sie zumeist nur eine ungewöhnliche Form angenommen, wie z. B. der an der homologen Stelle befindliche sogen. Fadenapparat im Innenglied der menschlichen Retinazapfen.

Zuerst beschrieben wurde das Ellipsoid von mir [16, 1861] in den Zapfen des Huhnes, später [13, S. 26 und 32. Taf. II. Fig. 25, 26, 41], in den Stäbchen des Hechtes, Frosches und Huhnes [Abbildung s. 11. S. 156. Fig. 90 B, c], den Zapfen des Frosches, der Taube, der Macula lutea von *Cercopithecus sabaeus* und auch „beim Menschen fällt an senkrechten Durchschnitten der Retina das starke Lichtbrechungsvermögen der entsprechenden Stellen der Innenglieder auf“ [16, S. 32]. Bald darauf beschrieb M. Schultze [44] einen sogen. Fadenapparat in den menschlichen Zapfen, der, wie schon aus Dobrowolsky's [55, S. 224] Arbeit hervorgeht, nichts weiter ist, als ein stark entwickeltes Ellipsoid [14, S. 157, 158, Fig. 90 A, c].

Anderweitige Bestätigungen liegen zahlreich vor. M. Schultze [5, S. 220] fand die Ellipsoide in den Stäbchen des Hechtes, Salamanders, Frosches, Huhnes; in den Stäbchen beim Barsch, sowie in den Zapfen des Frosches hatte H. Müller [1, S. 57. Taf. I. Fig. 4 a, c] das Ellipsoid auch schon gesehen, wenn auch nicht klar beschrieben [13, S. 2 und 3]. Am weitesten ging Steinlin [49], der aus den Ellipsoiden einen dritten Bestandteil jedes Stäbchens und Zapfens machen wollte. Ohne auf frühere Angaben (so wenig wie M. Schultze) Rücksicht zu nehmen, beschrieb Steinlin die Ellipsoide in den Stäbchen der Rochen, Haie, des Frosches, des Laubfrosches, der Kröte, des Triton, der Eule und des Huhnes, sowie in Zapfen von Knochenfischen, Frosch, Eidechse, Natter, *Testudo graeca*, *Chelonia imbricata*, der Taube, des Huhnes, des Kalbes und des Menschen.

*Paraboloide.* Ausser den Ellipsoiden kommen bei manchen Tieren in den Zapfen ähnliche Körper vor, die eine etwas andere Gestalt haben. Sie kehren einen spitzen Scheitel gegen das Glaskörperende

des Innengliedes und schliessen sich chorioidealwärts mit breiterer Krümmung an das Ellipsoid an. Am auffallendsten sind sie bei den Amphibien [Frosch, 15. S. 765], sowie den Reptilien [Lacerta agilis, 15. S. 769; 50]. und zwar finden sie sich zugleich mit dem Ellipsoid im Nebenzapfen, während das Innenglied des Hauptzapfens ausser dem Ellipsoid noch einen Oeltropfen enthält. In chemischer Hinsicht unterscheiden sie sich wesentlich von den Ellipsoiden: sie sind achromatophil, bleiben hell in Ueberosmiumsäure und anderen Säuren u. s. w. Von mir [15, S. 765] wurden sie Paraboloiden genannt, weil die Form der Begrenzungslinie vitrealwärts am meisten an den Scheitel einer Parabel erinnert.

Es ist nicht ganz leicht, eine gute Benennung für die beiden differenten Körper zu finden, weil ihre Form so wechselt. Abgesehen von dem unpassenden Ausdruck: Fadenapparat, nannte M. Schultze die Ellipsoide linsenförmige oder paraboloidische Körper, Kühne [32] direct „Paraboloiden“, Hoffmann [9] „Ovale“, Hannover [48, S. 40] „lentille oviforme“, W. Müller [37] „empfindliche Körper“, Hulke [47] das Stäbchenellipsoid beim Frosch „subglobular mass“, Ranvier [24] „Schaltkörper“ (corps intercalaire). Am meisten hat sich aber der Ausdruck: Ellipsoid eingebürgert, wobei Stäbchen- und Zapfen-Ellipsoide als Opticus-Ellipsoide [51] zusammengefasst wurden.

Die Paraboloiden bezeichnete M. Schultze als conische oder linsenförmige Körper, Hoffmann geradezu umgekehrt als „Ellipsoide“, W. Müller als linsenförmige Körper, Ranvier als Nebenkörper (corps secondaire) u. s. w.

Wie oben gesagt, liegt die Schwierigkeit in der wechselnden Form. Die Zapfenellipsoide umgreifen chorioidealwärts den Oeltropfen, wo ein solcher vorhanden ist, so dass mehr als die Hälfte seiner Kugel in die Substanz des Ellipsoides eingebettet liegt. Mit Rücksicht hierauf kann man die Bezeichnung als Ellipsoid zulässig finden. Aber schon die Stäbchenellipsoide zeigen an ihrem chorioidealen Ende eine Planfläche, so dass man sie auch als plan-convexe Körper beschrieben findet. Noch wechselnder ist die Form der Paraboloiden. Wenn sie sich den Ellipsoiden sehr dicht anlagern, so wird das vitreale Ende der letzteren abgeplattet, plan, selbst eingedrückt, concav, je nachdem die Para-

boloide chorioidealwärts eine Planfläche oder eine convexe Oberfläche kehren und somit eigentlich biconvexe, auch fast kuglige oder planconvexe Linsen darstellen. Nun ändern sich die Formen mit den Reagentien oder Darstellungsmethoden, und es ist gar nicht wahrscheinlich, dass schon sämtliche überhaupt vorkommende Formen bekannt sind. Nach der topographischen Anordnung etwa die Ellipsoide als Aussenkörper, die Paraboloiden als Innenkörper (der Innenglieder) zu bezeichnen, geht auch nicht, weil die Entstehung von Confusionen zu nahe liegt. So ist es wohl am besten, wie bisher den Namen von den am häufigsten vorkommenden und am meisten charakteristischen elliptischen resp. parabolischen Begrenzungslinien zu entlehnen. — Es kommt noch hinzu, dass man mit zwei Ausdrücken nicht einmal ausreicht, weil noch ein dritter, in seiner Erscheinung sehr bestimmt verschiedener Körper hinzutritt, der jetzt erörtert werden soll.

*Hyperboloide.* Im Jahre 1858<sup>1)</sup> hatte ich [53] cylindrische Endkolben von der Conjunctiva des Kalbes u. s. w. beschrieben, die aus einer Hülle, einem für die damaligen Hilfsmittel granulierten Inhalt (Innenkolben) und einer axialen nervösen Terminalfaser bestehen. Bald nachher schilderte Ritter [54] in den Aussengliedern der Froschstäbchen die damals nach ihm benannte, schon von H. Müller (s. S. 82) abgebildete Nervenfasern, welche sich durch Schwalbe [52] als Innenglied der grünen Stäbchen mit kurzem Aussengliede herausgestellt hat. Meinerseits bildete ich [46] aus der mit 3 procentiger Essigsäure behandelten Retina des Huhnes Innenglieder ab, welche eine in der Axe verlaufende feine Faser zeigen, die nahe am Zapfenellipsoid mit einer knopfförmigen Anschwellung endigt oder aber mit letzterem in Verbindung tritt. Die Analogie mit cylindrischen Endkolben würde auf der Hand liegen [46, S. 57]; man hätte sich die Zapfeninnenglieder als sehr feine, dicht neben einander gestellte Cylinder zu denken, deren

<sup>1)</sup> Waldeyer citierte in Graefe und Saemisch, Handbuch der Augenheilkunde (1874. Bd. I. S. 259. Nr. 123) das Jahr 1859. Den Grund solcher Missverständnisse hat Hensen (Archiv f. pathologische Anatomie. 1867. Bd. XXXIX. H. 3. S. 485) bereits richtig angedeutet: der Buchhändler liess auf den Titel der von ihm verlegten Zeitschrift die Jahreszahl drucken, welche der Fertigstellung des ganzen Bandes entsprach, dessen einzelne Hefte im Jahre vorher nach und nach erschienen waren.

Längsaxen radiär auf das Centrum des Glaskörpers gerichtet wären. Jedes Innenglied bestände aus einer feinen Hüllmembran, feinkörnigem Inhalt und einer axialen Terminalfaser, insofern man die Axenfaser damals für nervös halten konnte.

Wie gesagt, hatte bereits H. Müller [1, Taf. I. Fig. 4 c] einen dunkleren Axenstreif in den Aussengliedern der Froschstäbchen nach Sublimatbehandlung abgebildet.

M. Schultze [5, Taf. XIII. Fig. 2 c] bestätigte die axiale Faser in den Innengliedern der Stäbchen von *Macacus cynomolgus* und confundierte sie [5, S. 222] mit der Ritter'schen Faser der *Aussenglieder*. Hiergegen protestierte ich [51, S. 256], was Hannover [48, S. 148] überflüssig fand (me semble superflu). Es war doch wohl nicht ganz unnötig, da Hannover offenbar den Protest gar nicht verstanden hat. Wie dem sei, jedenfalls constatierte M. Schultze [5, S. 245. Taf. XIII. Fig. 5 b] in den Innengliedern vom Huhn [44, Taf. XXII. Fig. 19] und vom Bussard [44, Fig. 17 s] an Stelle der feinen Axenfaser einen axial gelegenen, an das Ellipsoid grenzenden Körper von entweder kugliger Form, wonach sich die Combination an das Doppellinsensystem bei Triton u. s. w. anschliessen würde (vergl. oben Stäbchen, S. 80). Oder es ist ein länglich conischer Körper vorhanden, wie solche schon 1844 von Hannover [22, Taf. IV. Fig. 52 b] aus dem Innengliede eines Stäbchens des Hechtes abgebildet waren, den M. Schultze [44, S. 403. Fig. 19] freilich eine „kugelförmige Linse“ nennt. Gerade dieser Körper wurde wiederum [von Hoffmann, 9, S. 219] mit der erwähnten Axenfaser in den Zapfennengliedern zusammengeworfen, die mit demselben gar nichts zu thun hat. *Bei allen untersuchten Vögeln* (vergl. 9) *finden sich Hyperboloide in den Innengliedern der Stäbchen, aber nicht der Zapfen*. Offenbar ist der fragliche Körper ein längerer oder ein an seiner Spitze abgerundeter kürzerer Kegel, und da derselbe in letzterem Falle in der Profilsicht hyperbolische Krümmung zeigt, so habe ich [35, S. 159] ihn hyperboloidischen Körper der Stäbchen und Zapfen [35, S. 159. Fig. 90 B, vom Huhn] oder *Hyperboloid* genannt. Am besten sieht man das Hyperboloid in Säurepräparaten (0,2 procentige Ueberosmiumsäure oder 2,5 procentige Salpetersäure) mit Wasser (Taf. V. Fig. 27) oder nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit. Hannover

[48, S. 2] wendete 3—5 procentige Chromsäure an und bezeichnete [48, S. 39] das Stäbchenhyperboloid als rechteckiges Körperchen (*corps rectangulaire*). So sehen sie in der That in Säurepräparaten aus, bei schonenderer Behandlung erkennt man aber die Zuspitzung und Abrundung am vitrealen Ende. In Ueberosmiumsäure werden sie dunkel [9, Taf. XIV, Fig. 2 und 3] und sehen selbst in 0,3 procentiger immer noch dunkler als die Substanz des Innengliedes aus. Wenn nicht so viele Unterschiede in Form und chemischer Beziehung vorhanden wären, hätte man die Hyperboloide auch als Stäbchenparaboloide bezeichnen dürfen.

Alle diese Körper, die Ellipsoide, Paraboloide und Hyperboloide zeichnen sich durch ihr von der Umgebung differierendes Lichtbrechungsvermögen aus und haben mithin Einfluss auf den Gang der Lichtstrahlen, wo diese aus dem Innenglied in das Aussenglied eintreten und wo der Oeltropfen, falls ein solcher sich findet, die Fortleitung eines *nervösen* Vorganges schlechthin unmöglich macht. Man muss dem genannten Körper mithin wohl eine dioptrische Bedeutung zuschreiben [so wie es mit der Querstreifung der Stäbchenkörner bei den Säugern, 51, S. 261, geschehen ist].

Dobrowolsky [55] hat 1871 die Frage untersucht, ob die sichtlich verschiedene Krümmung des vitrealen Endes der Zapfenellipsoide mit der Farbe der zugehörigen Oeltropfen in Zusammenhang stehe. Die Ellipsoide haben jedenfalls einen höheren Brechungsindex als die Substanz des Innengliedes, und die Theorie sagt, dass die Krümmung vom roten zum blauen Ende des Spectrum abnehmen dürfe, weil die Brechbarkeit der Lichtwellen in umgekehrtem Sinne zunimmt. Folglich sind stärkere Krümmungen bei den Ellipsoiden zu erwarten, die in roten Zapfen mit resp. gelben Oeltropfen sich befinden, die geringsten Krümmungen aber bei denjenigen, an welchen blaue Oeltropfen sitzen. Die Beobachtung bestätigt nach Dobrowolsky die Voraussage, doch ist die Sache nicht so zu verstehen, als ob ausnahmslos jedes Ellipsoid mit rotem Oeltropfen eine stärkere Convexität zeigen müsse, als ein solches mit blauem Oeltropfen, die Differenz gilt nur im allgemeinen. Zugleich fand Dobrowolsky einen schwer zu verificierenden Unterschied (S. 72) in der Länge der Aussenglieder: diejenigen der roten Zapfen haben

(bei der Taube) die längsten Aussenglieder, die (zumeist kleineren) Zapfen mit blauen Oeltropfen die kürzesten.

Zugleich untersuchte Dobrowolsky [56] eine andere Frage: ob die (Stäbchen und) Zapfen sich im Laufe der Zeit vermehren, namentlich nach Reizung der Retina durch operative Eingriffe, ob die Lebensdauer der Sehzellen gleich derjenigen des Individuum zu setzen ist, oder ob in der Retina ein Nachschub junger Elemente stattfindet, so dass sie sich gleichsam mausert, wie es Steinlin [49] behauptete. Offenbar könnte man denken, alle die mannigfachen Modificationen von Doppelzapfen seien nichts weiter als Entwicklungsstadien, die schliesslich durch Spaltung zu einer Neubildung einfacher Zapfen führen würden. So lange das Wachstum des Auges dauert, welches letztere allerdings zu den bei jungen Individuen am frühesten in beträchtlicher Grösse ausgebildeten Organen gehört, wären solche Teilungsformen von Zapfen am ersten zu erwarten.

Dobrowolsky wendete kurzdauernde Maceration der Retina in Müller'scher Flüssigkeit an, weil es darauf ankam, die Formen der Ellipsoide mit den Farben der Oeltropfen zu vergleichen; diese Farben werden aber bekanntlich durch längere Einwirkung von Säuren zerstört. Ob dabei die Formen der Zapfen selbst ein wenig litten, war offenbar ganz gleichgültig. Von dieser Ueberlegung hat Hoffmann [9, S. 230] gar nichts verstanden, wie aus seiner Kritik über Dobrowolsky's Arbeit hervorgeht.

Damals (1871) lag die ganze Frage wesentlich anders als heute. Und doch haben auch noch heute manche Praktiker, Ophthalmologen die allgemeine Vorstellung, ein Zapfen sei eine Art von kegelförmigem Protoplasmaklumpen, mit kernähnlichen Körpern im Inneren, die man Ellipsoide u. s. w. zu nennen pflegt. In dem Zellenprotoplasma lässt man eine Opticusnervenfaser endigen — sie mag selbst zusehen, wie sie dahin kommt — und damit ist dann das Rätsel des Sehens wenn nicht gelöst, doch mit Geschick auf Empfindlichkeit des Zellenprotoplasma gegen Licht zurückgeführt, welche Empfindlichkeit ja sogar ganze Tiere (Krebslarven) zu bestimmen scheint [58]. Teilungsformen der Zapfen wären hiernach nicht weiter wunderbar, und Dobrowolsky hat in der That die Doppelzapfen als solche angesprochen.

Aber die Stäbchen und Zapfen sind keine Sehzellen. Sie sind nichts weiter als Flimmerhaare, homolog denjenigen der Epithelzellen des embryonalen Centralkanales, trotz aller Differenzierung derselben in Stäbchen und Zapfen, Aussenglieder, Innenglieder, Ellipsoide, Paraboloiden u. s. w. Diejenigen Kerne, an denen man karyomitotische Theilungen erwarten könnte, heissen Stäbchen- oder Zapfenkörner, und in ihrer Schicht wären die Jugendformen der Sehzellen aufzusuchen. Für solche könnten nicht ohne Grund die Ersatzzellen [57] angesprochen werden, welche zwischen den Stäbchen- und Zapfenfaserkegeln bei manchen Tieren zu sitzen pflegen. Eine speciell hierauf gerichtete Untersuchung liegt nicht vor. Aber die Methoden sind so vorgeschritten, dass die Prüfung eigentlich überflüssig erscheinen könnte. Man benützt ja womöglich immer absolut frische Augen. Mögen manche Reagentien wie Müller'sche Flüssigkeit für Karyomitosen wenig geeignet sein, sie entstellen letztere doch nicht so, dass man an gut tingierten Präparaten und bei starken Vergrösserungen sie nicht wahrnehmen könnte, wenn man sie genau kennt. Und manche Reagentien wie Alkohol oder Salpetersäure <sup>1)</sup> sind im Gegenteil zur Darstellung sehr geeignet. Trotzdem hat keiner der zahlreichen Untersucher, welche der Querstreifung der Stäbchenkörner ihr besonderes Augenmerk schenkten, etwas von Karyomitosen erwähnt, die so leicht in der foetalen Retina zu sehen sind. Keine Abbildung, keiner der vielen Tausende von Retinaschnitten, die untersucht worden sind, seit M. Schultze [44. S. 387] die Paraffinmethode in das Retinastudium einfuhrte, hat etwas einer Karyomitose auch nur Aehnliches dargeboten. Daraus lässt sich mit Sicherheit der Schluss ziehen: wenn solche bei einigen Tieren in der Jugend oder bei langsam wachsenden, wie der Frosch, noch später, überhaupt vorkommen, so müssen sie jedenfalls sehr selten sein. Sie können also für physiologische Betrachtungen ausser Acht gelassen werden und die Doppelzapfen, wie alle Stäbchen und Zapfen mit ihrer so mannigfaltigen Hilfsausstattung, sind einfach als dioptrische Apparate zu betrachten. Die Entdeckung des Sehpurpurs ändert nichts daran, zumal derselbe den Zapfen fehlt, und die photochemische Theorie des Sehens verträgt

---

<sup>1)</sup> Verdünnte Salpetersäure wurde, beiläufig bemerkt, schon 1842 von Michaelis [21, S. 7, 11, 16] zur Härtung der Retina angewendet.

sich sehr gut mit der Annahme, dass verschieden gefärbte Aussenglieder oder Oeltropfen von differenten Farben ungleich afficiert werden.

*Kolben.* Neuerdings bemerkte Ramón y Cajal [84] nach Behandlung mit Chromsilber schlanke Kolben innerhalb der Stäbchen- und Zapfenschicht.

*Membrana reticularis.* Sie ist im Vergleich zu den Amphibien u. s. w. recht deutlich markiert; nach Hannover [48] sieht sie zuweilen perlschnurförmig aus. Dies ist von Knickungen abhängig, die sie infolge von Härtung und Schrumpfung der Retina erleidet. An isolierten Innengliedern haften häufig Fragmente der Membran.

*Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht.* Die Stäbchenkörner liegen in einer Reihe der Membrana fenestrata an, während die Zapfenkörner an der Membrana reticularis sitzen. Die Zapfenfasern müssen daher sehr kurz sein, die Stäbchenfasern sind in ihrem Verlauf von der Membrana reticularis bis zum Kegel sehr fein [48, Taf. III. Fig. 16] und scheinen daher öfters ganz zu fehlen. Die Zapfenfaserkegel sind grösser als die Stäbchenfaserkegel. Bei den Doppelzapfen besitzen sowohl der Hauptzapfen als der Nebenzapfen jeder ein Zapfenkorn; das der letzteren liegt immer ein wenig mehr chorioidealwärts, auch senden der Haupt- und Nebenzapfen jeder eine besondere Zapfenfaser aus [9].

Ramón y Cajal bemerkt, dass einige Zapfenfasern eine schräge Richtung einhalten, bevor sie zur Membrana fenestrata gelangen [84, Taf. IV. Fig. 8 c].

*Membrana fenestrata.* Sie besteht aus körnigen platten Zellen, deren platte Kerne wenig chromatophil sind. Die Zellen sind sternförmig wie bei Knochenfischen, ihre zahlreichen, im Hintergrunde des Auges kurzen Ausläufer hängen mit den Fortsätzen der Nachbarzellen zusammen. So entsteht ein in der Retinalebene ausgebreitetes Zellennetz, dessen Maschen rundliche Löcher darstellen. Glaskörperwärts hängen die Zellen mit den radialen Stützfasern, chorioidealwärts mit den Zapfenfaser- und Stäbchenfaserkegeln zusammen. Wenn man isolierte radiale Stützfasern betrachtet, sieht es häufig so aus, als wenn dieselben sich bis zur Membrana reticularis fortsetzten. Bei genauerer Untersuchung und ca. 1000 facher Vergrösserung erkennt man, dass



an der Stelle der Membrana fenestrata der Zusammenhang einer Radialmit einer Stäbchenfaser durch eine geringe Menge körniger Substanz vermittelt wird. Dies ist ein Restchen der am betreffenden Orte eingeschalteten Zelle der Membrana fenestrata, und niemals erfolgt der Uebergang direct. Auf senkrechten Durchschnitten beträgt die Dicke der Membrana fenestrata incl. derjenigen der gleich zu beschreibenden Membrana perforata und des Stratum lacunosum 0,004—0,005 mm. Die Membran sieht körnig aus, hier und da aber faserig, die scheinbaren Fasern sind Kanten der platten Zellenkörper.

Die Kerne in den Zellen der Membrana fenestrata sieht man am besten nach 24stündiger Behandlung der frischen Retina mit 0,2 procentiger Ueberosmiumsäure und 24stündigem Auswässern bei Untersuchung in Wasser. Sie sind körnig 0,006 mm lang, 0,004 mm breit, 0,002—0,003 mm dick und liegen glaskörperwärts von den Zapfenfaserkegeln. Sie färben sich auch mit Carmin an Chromsäurepräparaten.

Bei den Vögeln überhaupt sind die Membrana perforata und das Stratum lacunosum sehr wenig ausgebildet. Die Schicht zwischen den Stäbchen-Zapfenkörnern und der Körnerschicht oder die Zwischenkörnerschicht der Autoren erscheint an Ueberosmiumsäurepräparaten dunkel und der Ebene der Retina parallel faserig-gestreift. Die scheinbaren Fasern gehören aber wie gesagt Zellen an.

Glaskörperwärts von der Reihe der Zapfenkegel, deren Fussplatten eine zusammenhängende, scharf markierte Linie bilden, erscheint an Carminpräparaten eine helle, 0,002 mm dicke Lage. Dann folgt eine ebenfalls der Ebene der Retina parallele einfache Reihe länglicher Stäbchen, die sich durch Carmin mässig intensiv färben lassen. Dies sind die Kerne der gefensterten Zellen der Membrana fenestrata. Letztere Zellen sieht man auf reinen Flächenschnitten [15. 16] als anastomosierendes Netz, aber auch an schrägen Schnitten von Ueberosmiumsäurepräparaten bei der Untersuchung in verdünntem Glycerin. Dass es sich bei diesen Zellen, deren platte, feingranulierte Körper von rundlichen Lücken durchbrochen werden, um Zellen der Membrana fenestrata handelt, dass die Lage carminophiler Kerne nicht etwa der Membrana perforata angehört, ergibt sich mit Bestimmtheit aus dem in der Regel sehr deutlichen Zusammenhang, den die Zellen mit

den radialen Stützfasern eingehen. Chorioidealwärts folgen sie nicht nur unmittelbar auf die Lage der Zapfenfaserkegel, sondern sie hängen auch mit deren Basis continuierlich zusammen.

#### Körnerschicht.

*Membrana perforata.* Sie besteht aus einzelnen, öfters weit von einander entfernten Zellen, deren kuglige Kerne glaskörperwärts hervorragen. Die abgeplatteten Zellenkörper erscheinen auf senkrechten Durchschnitten der Ueberosmiumsäurepräparate wie zwei feine, kurze Fasern, die sich nach beiden Seiten hin von der chorioidealen Grenze des Kernes in der Ebene der Retina erstrecken. Die Zellenausläufer anastomosieren nicht unter einander. Von den eigentlichen Körnern unterscheiden sich die Zellenkerne der *Membrana perforata* durch ihre etwas beträchtlichere Grösse — sie haben 0,006 mm anstatt 0,0045 mm Durchmesser — und durch ihr auffallendes, 0,0015 mm messendes deutliches Kernkörperchen. Der Inhalt des Kernes ist hell, achromatophil, so dass diese Kerne heller erscheinen, als die granulierten eigentlichen Körner. Hiervon hängt die bessere Sichtbarkeit ihrer Kernkörperchen ab, und da die dünnsten Querschnitte Hannover's [48, S. 2] bei den damaligen Methoden 0,1 mm dick wurden, so konnten dadurch leicht die Kerne der *Membrana perforata* stellenweise einander näher resp. zahlreicher erscheinen, als sie in Wirklichkeit sind. In Wahrheit sind sie nach Behandlung mit 1 procentiger Chromsäure in Wasser untersucht 0,006 mm gross und von einander durch Zwischenräume von beispielsweise 0,0028 mm getrennt.

*Stratum lacunosum.* Glaskörperwärts folgt auf die *Membrana fenestrata* eine einfache Lage von ebenfalls sternförmigen Zellen. Eine Andeutung derselben scheint schon Steinlin [49, S. 19] gesehen zu haben. Die Zellenkörper (Taf. V, Fig. 22) sind auf ein Minimum reduziert, länglich, platt, sie lassen Kerne nicht erkennen. Vom Zellenkörper gehen lange, sehr feine blasse Fäden nur innerhalb der Retinal-ebene, in dieser aber nach allen Richtungen hin aus. Auch anastomosieren die Ausläufer unter einander. Dieselben sowie die Zellenkörper sind ganz frei von Körnchen, sie drängen sich dicht an die *Membrana fenestrata* heran und verleihen derselben, abgesehen von den selten deutlichen Zellenkanten der letzteren, das streifige Aussehen.

Die Zellenausläufer des Stratum lacunosum erscheinen an gut isolierten Zellen durchaus glatt, weder längsstreifig, noch körnig oder varicos. Sie haben daher keinerlei Aehnlichkeit mit Nervenfasern. Sind die obigen Bedingungen nicht erfüllt, so können sie stellenweise rauh aussehen. Sie endigen allemal sehr fein zugespitzt.

Der Anschein von Faserung in der sogen. äusseren granulierten Schicht wird also durch die platten Zellenausläufer der Membrana fenestrata, durch die wirklich fadenförmigen Ausläufer der Zellen der Membrana perforata und von den dünnen Zellkörpern nebst Ausläufern des Stratum lacunosum hervorgerufen.

*Historisches.* Die Zellen der Membrana fenestrata wurden schon früher beschrieben [45, Taf. XXXIII. Fig. 7; 46, S. 61. Fig. 28]. Ihre Kerne hat W. Müller [37, Taf. XIV. Fig. 3] nach Carminpräparaten von der Taube abgebildet. Die Kerne der Membrana perforata hat Hannover [48, Taf. III. Fig. 16m] abgebildet und besprochen, später auch Schiefferdecker [25]. Diese Zellen haben nichts mit der einfachen oder doppelten Lage von Zellen zu thun, welche Vintschgau [3. Fig. VI/], sowie H. Müller [1, Taf. II. Fig. 1, No. 3 von der Taube] abbilden und eben so wenig mit derjenigen continuierlichen einfachen oder doppelten Reihe hellerer Körner der Körnerschicht, die glaskörperwärts zunächst auf die Membrana fenestrata folgen. W. Müller [37, Taf. XIV. Fig. 3]; S. LXXV] nannte sie Rudimente der tangentialen Fulcrumzellen. Schiefferdecker [25] bildet sie vom Huhn [25, Taf. XXII. Fig. 31], von der Ente [25, Fig. 36. Taf. XXIV. Fig. 87] und von der Krähe ab, erkennt auch ausserdem die von mir [68] abgebildeten Zellen des Stratum lacunosum (kernlose Stützzellen) an; leider sind ihm seine Vorgänger anscheinend unbekannt geblieben. Bei der Darstellung Schiefferdecker's ist es übrigens schwer zu entscheiden, ob die Unklarheit in der Beschreibung [25, S. 359] oder in der Abbildung [25, Taf. XXIV. Fig. 86, von Corvus cornix] die grössere ist; der Fall ist ein treffendes Beispiel für die Mängel der dabei benutzten Untersuchungsmethode.

Heinemann [63] unterscheidet bei Vögeln überhaupt in dieser Gegend drei Arten von Zellen: an die Stäbchen-Zapfenkörnerschicht angrenzende kleine körnige Zellen, ferner in die Substanz der Fasern

eingelagerte oder denselben angelagerte Kerne, endlich an die Körnerschicht angrenzende grössere blasse Zellen. Man kann jedoch nicht mit Sicherheit erschliessen, ob Heinemann (1864) etwa die Zellen der Membrana fenestrata, des Stratum lacunosum und der Membrana perforata thatsächlich gesehen hat.

Hannover [48, Taf. III. Fig. 31] hat die Zellen der Membrana perforata bereits gesehen. Er beschreibt sie als 0,006 mm gross und in Abständen von 0,012 mm von einander gelegen [48, S. 47], zeichnet aber die Abstände wenigstens doppelt so gross. Es kann sich mithin nicht um die eben erwähnte, am meisten chorioidealwärts befindliche Lage von Körnern handeln.

Die eigentlichen *Körner* sind in sehr grosser Zahl vorhanden, im Hintergrund des Bulbus liegen sie zu 30 und mehr über einander [48, Taf. III. Fig. 16]. Es muss dies mit der Feinheit und grossen relativen Anzahl der Zapfen zusammenhängen. Die Körner sehen kuglig aus, sind in Wahrheit bipolare Zellen mit einem feineren vitrealen und einem dickeren chorioidealen Fortsatz, der sich nach Ramón y Cajal [43] wie nach Dogiel [41, bei der Taube] in der Gegend der Membrana fenestrata verästelt. Die Fortsätze verlaufen mehr senkrecht zur Ebene der Retina. Einige Ausläufer durchsetzen nach Ramón y Cajal die genannte Membrana, erstrecken sich geradlinig durch die Zapfenkörnerschicht zur Membrana reticularis und endigen zugespitzt frei *zwischen* den Innengliedern.

Die an der spongiösen Schicht unmittelbar anliegende Lage der Körner enthält in ziemlich weiten Abständen von z. B. 0,65 mm zerstreute Körper von oft sehr beträchtlicher Grösse. Sie sind von rundlicher oder ovaler Gestalt, 0,016 mm lang, 0,012 mm breit, häufig birnförmig und mit einem dicken Fortsatz versehen, welcher in die granulirte Schicht geht. In Ueberosmiumsäure-Präparaten färben sie sich mit Alauncarmin schwachrot, haben doppelte Contouren. In 2,5 procentiger Salpetersäure scheinen sie etwas aufzuquellen, wenigstens findet man noch grössere, die mitunter in die spongiöse Schicht hineinragen. Sie haben z. B. 0,022 mm Länge auf 0,018 mm Breite; der Kern ist achromatophil, rundlich, 0,009 mm gross mit einem grossen fuchsinophilen Kernkörperchen von 0,003 mm Durchmesser. Im Ganzen

machen diese Zellen den Eindruck von Ganglienzellen und sind im Hintergrund des Auges ziemlich häufig anzutreffen. Es sind die sogenannten Spongioblasten, welche seit W. Müller [37] Einige für Bindegewebszellen, Andere für Ganglienzellen halten, weil sie durch Chromsilber geschwärzt [43] werden können (S. 94).

Ausserdem sind zwischen den Körnern noch besondere kleine runde Zellen in die Mitte der Dicke der Körnerschicht eingestreut, welche dadurch auffallen, dass ihre kugligen, 0,002 mm messenden Kerne fuchsinophil sind. Sie liegen öfters in geringen Abständen, z. B. 0,0075—0,027—0,037 mm von einander.

**Spongiöse Schicht.** Wenn senkrechte Durchschnitte an Ueberosmiumsäure-Präparaten eine gewisse mittlere Dicke haben, so erhält man den Eindruck, dass die Schicht aus sternförmigen Zellen besteht, während Denissenko [69] rundliche Zellen mit achromatophilen Kernen aus der Retina von jungen Hähnen beschrieben hat. Die scheinbaren Körnchen würden als Durchschnitte eines sehr dichten Netzwerkes feinsten Zellenausläufer zu betrachten sein. An sehr feinen Schnitten würde man nur die letzteren sehen, an dicken Schnitten kann man solche Zellen aufzufinden nicht erwarten. Jedoch sind Kerne in diesen Zellen durch keine Tinctions- oder sonstigen Mittel (Isolierung) darzustellen, womit die obige Hypothese wohl für beseitigt gelten darf. Wohl aber sind in sehr weiten Abständen sparsame kleine rundliche kernhaltige Zellen in die spongiöse Substanz eingestreut.

Parallel der Ebene der Retina treten auf senkrechten Durchschnitten dunklere Streifen auf. Sie laufen einander parallel, sind von verschiedener Dicke, an Ueberosmiumsäurepräparaten bei 1000 facher Vergrößerung schwach aber unzweifelhaft längsstreifig. Sie scheinen aus gestreckt verlaufenden Fasern zu bestehen, die ebenfalls den Wert von Ausläufern der Neurogliazellen haben würden. — Aus verflochtenen, der Ebene der Retina parallel laufenden Fasern lässt auch Ogneff [75] bei Vögeln überhaupt diese Streifen bestehen und bestreitet die erwähnten Zellen Denissenko's.

**Ganglienzellenschicht.** Die Grösse der Zellen ist recht verschieden, im allgemeinen unbedeutend; die Form der Zellenkörper

rundlich oder ellipsoidisch. Grössere Zellen haben z. B. 0,012 mm Länge auf 0,009 mm Breite und Dicke.

Ramón y Cajal [84] sah *Riesenganglienzellen* auch beim Huhn. Ihre glaskörperwärts verlaufenden Axencylinderfortsätze verzweigen sich in einem Netz, welches dicht an der spongiösen Schicht in der Ebene der Retina sich ausbreitet.

*Opticusfaserschicht.* Die Bündel des N. opticus sind dick und im Hintergrund des Auges tragen sie bei den Vögeln überhaupt, die sämtlich im Vergleich zu ihrem Körper recht grosse Augen haben, wesentlich zur Verdickung der ganzen Retina bei.

Auch die Nervenfasern selbst sind dick, ihre Axencylinder haben 0,001—0,0015 mm Durchmesser. Viele Fasern sind doppelt contouriert und varicös, sie schwärzen sich in Ueberosmiumsäure und werden blau mit Indigo. Die Varicositäten haben etwa 0,009 mm Durchmesser, die Fasern selbst 0,002 mm. Nach der Peripherie hin nimmt die Dicke der Opticusfaserschicht sehr gleichmässig ab. Werden Schnitte parallel dem Aequator angelegt, so sieht man die Axencylinderquerschnitte als distincte, tingierte Pünktchen, die ganze Schicht daher feinkörnig.

Bellonci [66] lässt Sehnervenfasern direct in die spongiöse Schicht eindringen, welche dieselbe jedenfalls nur durchsetzen dürften, um zu den Ganglienzellen zu gelangen.

Dagegen sah Ramón y Cajal [84] einzelne Nervenfasern aus der Opticusfaserschicht in radiärer Richtung aufsteigend, direct zu den grossen Zellen der Körnerschicht gelangen, welche dicht an die spongiöse Schicht angrenzen, sie verbinden sich aber nicht mit letzteren.

Die *radialen Stützfasern* sind sehr zahlreich. An der Membrana fenestrata endigen sie bogenförmig, und diese Arcaden bilden auf senkrechten Durchschnitten eine fast continuierliche Reihe. Man sieht daher an gefärbten Präparaten drei Linien in der Gegend der Membrana fenestrata: die der Zapfenfaserkegel, die Kerne der Membrana fenestrata und die der Arcaden der Stützfasern. Ihre länglich-ellipsoidischen Kerne liegen alle in derselben Gegend, ungefähr in der Mitte der Dicke der Körnerschicht, und haben feinkörnigen Inhalt. In der spongiösen Schicht sollen sie sich in mehrfache, gegen die Ganglienzellen hin ge-

richtete Ausläufer teilen [3, Fig. VIII]; jedenfalls sind solche Teilungen in der Ganglienzellschicht häufig, wie man schon aus der Anzahl der Ansatzkegel an die Membrana limitans sieht. Die Form der Kegel ist conisch; sie sind lang aber schmal und stehen sehr dicht gedrängt.

Ramón y Cajal [84] schwärzte die radialen Stützfasern durch die ganze Dicke der Retina mit Chromsilber. Mit den Nadeln der Membrana reticularis hängen dicke Fasern resp. Faserbündel zusammen, die sich durch die Körnerschicht glaskörperwärts fortsetzen und in dieser Schicht einen Kern besitzen. In der spongiösen Schicht teilen sie sich in zahlreiche, 15—20 Aeste (vergl. oben), und die letzteren gelangen als dünne radiale Stützfasern bis zur Membrana limitans, wo sie mit kegelförmigen, ebenfalls geschwärzten Ansätzen sich inserieren. Diese dünneren Stützfasern scheinen durch rechtwinklige Ausläufer mit dem Gewebe der dickeren Streifen der spongiösen Schicht zusammen zu hängen.

*Membrana limitans.* Sie ist 0,002 mm dick und deutlich doppelcontouriert.

*Ora serrata.* Die Verhältnisse sind wie bei der Taube. Vielleicht nehmen die carmoisinroten Oeltropfen im Verhältnis zu den orangefarbigem und gelben an Zahl ab, jedenfalls die Anzahl der Zapfen, während die radialen Stützfasern an Dicke und Deutlichkeit zunehmen [80, S. 15. Taf. II. Fig. 9].

Bemerkenswert ist die schräg rückwärts gewendete Stellung, welche die Stäbchen und Zapfen nahe an der Pars ciliaris allmählich einnehmen (Taf. V. Fig. 30). Nach der Pars ciliaris hin läuft die Ora ganz fein aus und ist dicht an der ersteren nur 0,04 mm dick.

*Papilla n. optici.* Verhält sich wie bei der Taube (S. 62). — Ueber den *Pecten* vergl. *Fringilla carduelis*.

*Zusammenhang der Retina-Elemente.* Die Erforschung der elementaren Bestandteile der Retina ist von Ramón y Cajal [43] beim Huhn mit denselben Methoden und demselben Erfolge wie beim Käuzchen (S. 63) und der Ente (s. unten) vorgenommen. Auch hier wurde nur in selteneren Fällen eine Schwärzung der Aussenglieder erzielt; die Fasern, welche von den bipolaren eigentlichen Körnern ausgehen, verlaufen mehr senkrecht zur Ebene der Retina. Die so-

genannten Spongioblasten erklären Ramón y Cajal und Dogiel [41] für nervös.

*Physiologisches.* Gegen grössere Helligkeitsunterschiede reagiert das Haushuhn wie das Perlhuhn (s. *Numida meleagris* S. 96), unter Bevorzugung des hellen, nicht aber gegen farbiges Licht [29].

Vergleicht man die von Graber [29] an Vögeln erhaltenen Resultate, so ergibt sich folgende Anordnung, wobei die Vorliebe durch +, die Abneigung durch — und die Gleichgültigkeit durch 0 angedeutet ist.

Arten	Hell	Rot	Gelb	Grün	Blau	Ultra-violett	Dunkel
<i>Plissolophus Leadbeateri</i> . . .							+
<i>Pyrhula rubricilla</i> . . . . .				+		+	+
<i>Fringilla carduelis</i> . . . . .	+				+	+	
<i>Passer domesticus</i> . . . . .	+				+		
<i>Corvus corax</i> . . . . .		+			—		+
<i>Columba domestica</i> . . . . .	0						0
<i>Gallus domesticus</i> . . . . .	+						
<i>Numida meleagris</i> . . . . .	+						

Wenn sich auch annehmen liesse, die Vorliebe für Hell oder Dunkel oder für bestimmte Farben müsse mit dem Bau der Retina, speciell mit den Farben der Oeltropfen oder dem Sehpurpur zusammenhängen, so ergaben sich doch nur wenige Anhaltspunkte dafür (vergl. den Sperling, S. 18).

Was die Dimensionen anlangt, so sind die mit Salpetersäure behandelten Präparate der Columnen *a—g* in der folgenden Tabelle ein wenig geschrumpft, z. B. würde die Gesamtdicke der Retina in *a* etwa 0,3 mm betragen haben, wenn Müller'sche Flüssigkeit verwendet worden wäre. Worauf die ungewöhnlich hohe Ziffer von Hannover für die Körnerschicht in Columne *h* beruht, lässt sich nicht angeben; vielleicht ist sie dem Hintergrund des Bulbus entnommen, da Hannover [48, Taf. III. Fig. 16] 20—30 Körner über einander zeichnet.

Vergleicht man die Retina des Huhnes mit der nach gleicher Methode behandelten von der Taube, so fällt an dem viel umfangreicheren Auge die grössere Ausdehnung der ersteren bei ziemlich unveränderter Dicke gegenüber der Taube auf. Ferner sind die analogen Verhält-



In Millimetern										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
	8 mm laterale v. Rand des N. optici <sup>1)</sup>	Mitte des lateralen Quadrant <sup>2)</sup>	Mitte des lateralen Quadrant <sup>2)</sup>	Mitte des medialen Quadrant <sup>2)</sup>	Mitte des medialen Quadrant <sup>2)</sup>	Am Aequator <sup>3)</sup>	Orn. 5 mm von der Pars elliptica <sup>4)</sup>	Mitte d. lateralen Hälfte der Retina <sup>5)</sup>	0,25 mm von der Ora serr. <sup>6)</sup>	0,1 mm von der Ora serr. <sup>6)</sup>
Pigmentschicht . . . . .	0,04	0,026	0,04	0,04	0,048	0,04	0,032	0,053	—	—
Aussenglieder . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stäbchen-Zapfenschicht . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	0,062	0,025	0,015
Innenglieder . . . . .	0,024	0,024	0,024	0,014	0,024	0,024	0,01	—	—	—
Membrana reticularis . . . . .	0,001	—	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	—	—	—
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht . . . . .	0,018	0,026	0,02	0,016	0,02	0,016	0,018	0,028	0,024	0,016
Membrana fenestrata . . . . .	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	—	—	—
Membrana perforata . . . . .	0,054	0,064	0,072	0,044	0,072	0,032	0,024	0,008	0,002	—
Körnerschicht . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	0,144	0,048	0,044
Spongöse Schicht . . . . .	0,048	0,06	0,092	0,032	0,08	0,05	0,044	0,087	0,072	0,035
Ganglienzellenschicht . . . . .	0,012	0,008	0,01	0,008	0,01	0,01	0,012	0,022	0,009	—
Opticusfaserschicht . . . . .	0,08	0,056	0,01	0,028	0,018	0,012	0,01	0,115	0,008	0,015
Membrana limitans . . . . .	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	—	—	—
Retina im Ganzen . . . . .	0,281	0,268	0,273	0,187	0,277	0,189	0,155	0,466	0,188	0,125

<sup>1)</sup> 1,5 mm unter dem oberen Ende des Pecten. — Die Columnen *a—g* sind an einem mit 2,5-prozentiger Salpetersäure und Säurefuchsin dargestellten Präparat erhalten. Der Durchmesser des Bulbus betrug 15 mm von oben nach unten.

<sup>2)</sup> 1,5 mm unter dem oberen Ende des Pecten.

<sup>3)</sup> 2,5 mm über dem oberen Ende des Pecten aus der Mitte des Orangelbdes, wo etwa 10 Körner über einander liegen.

<sup>4)</sup> 1,5 mm unter dem oberen Ende des Pecten.

<sup>5)</sup> 2,5 mm über dem oberen Ende des Pecten.

<sup>6)</sup> Laterale oder temporale Seite.

<sup>7)</sup> Laterale oder temporale Seite.

<sup>8—10)</sup> Nach Hannover [48] an Präparaten, die mit 3—5-prozentiger Chromsäure längere Zeit behandelt waren.

nisse im orangefarbigen Felde kaum angedeutet; man erkennt eigentlich nur (vergl. *b—e*) die grössere Dicke der Körnerschicht und spongiösen Schicht, bei abnehmender Dicke der Opticusfaserschicht (*c*). Eine Fovea centralis habe ich so wenig wie Chievitz [2] gefunden; wenn man glauben wollte, dass sie trotz der angewendeten Methode übersehen werden könnte, so wäre einzuwenden, dass sich doch wenigstens eine Area centralis auf vielen Schnitten an ihren Ganglienzellen und Opticusfasern erkennen lassen müsste, was eben so wenig der Fall ist.

### **Numida meleagris.**

Das Perlhuhn zeigt für farbiges Licht keine Vorliebe und ebensowenig Abneigung dagegen, im übrigen zieht es Hell dem Dunkel vor, und zwar im Verhältnis von 42:18 in 60 Beobachtungen desselben Exemplares [29].

## **Cursors.**

### **Struthionidae.**

#### **Struthio camelus.**

*Stäbchen* [9, Fig. 9, 10, 11, 15, 16]. Im Innengliede sind ausser den Stäbchenellipsoiden noch Paraboloiden, nämlich linsenförmige Körperchen vorhanden. Im Gegensatz zum Huhn und den übrigen Vögeln ist das Innenglied beim Strauss in seiner ganzen Länge gleichmässig und eben so dick wie das Aussenglied. Von dem chorioidealen Ende des ersteren treten feine haarförmige Fortsätze auf das Aussenglied über [9].

Die Länge des Aussengliedes beträgt 0,025—0,026, die Breite an seiner Basis 0,0032—0,0034 mm, die Länge des Innengliedes incl. des Stäbchenkornes, also bis zur Membrana fenestrata gemessen, 0,04 bis 0,042 mm [9]. Mithin ist die Länge des Aussengliedes relativ zu anderen Vögeln beträchtlich, fast um das Doppelte grösser als beim Huhn.

*Zapfen* [9, Fig. 36—44, 46]. Die Oeltropfen der einfachen Zapfen sind rot, orange, grün und blau. In den kegelförmigen Zapfen mit Oeltropfen kommen ausserdem Paraboloiden vor, die gewöhnlich den Ellipsoiden dicht anliegen. Was die *Doppelzapfen* anlangt [9, Fig. 56, 57, 58, 59], so sind in den Nebenzapfen teils kleine farbige Oeltropfen von der gleichen Farbe wie im Hauptzapfen vorhanden. Oder es fehlt den ersteren der farbige Oeltropfen, oder das Ellipsoid enthält gelbe oder blaue [9, Fig. 58] Pigmentkörnchen. Sehr oft sind zwei Zapfenkörner und eben so viel Zapfenfasern für jeden Doppelzapfen nachweisbar.

## Grallae.

### Scolopacidae.

#### **Scolopax rusticola.**

Die radialen Stützfasern zeigen eine feine Verästelung gegen die Membrana limitans hin [63].

### Rallidae.

#### **Rallus sp.**

Umgekehrt wie beim amerikanischen Sperber (s. oben S. 41) fand Heinemann [8] im Gegenteil in der Peripherie der Retina viel zahlreichere rote und gelbe Oeltropfen, während sie im Centrum fast ganz fehlten.

#### **Fulica atra.**

Der Bulbus hat etwa 12 mm Durchmesser.

Stäbchen- und Zapfenschicht. Es sind einfache Zapfen und Doppelzapfen vorhanden, die Stäbchen recht zahlreich.

*Stäbchen.* Ausser den gewöhnlichen Stäbchen, die sich besonders am Aequator und bis nach der Ora hin finden (Taf. V. Fig. 24), giebt es im Hintergrund des Bulbus noch eine zweite Sorte, die wegen ihres dicken und kurzen Innengliedes an Zapfen erinnern (Taf. V. Fig. 25). Indessen kommen Uebergänge zwischen beiden Stäbchenarten vor. Die dickeren Innenglieder enthalten ausser dem sehr grobkörnigen Ellipsoid noch ein helles Paraboloid.

*Zapfen.* Die Farben der Oeltropfen sind carmoisinrot und orange-färbig, diese beiden überwiegen im Hintergrund des Bulbus. Ferner giebt es grüne und gelbe, die häufig je mit einem roten gepaart zusammensitzen, und endlich bläuliche.

Zu den Dimensionen ist zu bemerken, dass die Augen nicht vollkommen frisch waren.

In Millimetern	Länge	Breite
Stäbchen . . . . .	0,032—0,05	—
„ -Aussenglied . . . . .	0,02—0,03	0,0024—0,003
„ -Innenglieder . . . . .	0,018—0,027	0,0015—0,0075
„ -Ellipsoid . . . . .	0,006—0,012	0,004—0,006
„ -Paraboloid . . . . .	0,0045—0,006	0,003—0,0045
Stäbchenkorn . . . . .	0,0006	0,006
Zapfen . . . . .	0,042	—
„ -Aussenglied . . . . .	0,016	0,0015
„ -Innenglied . . . . .	0,024—0,026	0,002
„ -Ellipsoid . . . . .	0,0006	0,002—0,0045
„ -Oeltropfen . . . . .	0,0015—0,003	0,0015—0,003
Zapfenkorn . . . . .	0,0075	0,0063
Doppelzapfen, Hauptzapfen . . . . .	—	—
„ -Aussenglied . . . . .	—	—
„ -Innenglied . . . . .	0,027	0,002
„ -Ellipsoid . . . . .	0,0045	0,003
„ -Oeltropfen . . . . .	0,003	0,003
Doppelzapfen, Nebenzapfen . . . . .	0,0155	—
„ -Aussenglied . . . . .	0,008	0,001
„ -Innenglied . . . . .	0,075	0,0045
„ -Ellipsoid . . . . .	0,001	0,001
„ -Paraboloid . . . . .	0,009	0,0075

Die Nebenzapfen der *Doppelzapfen* enthalten im Gegensatz zum Hauptzapfen keinen oder nur einen ganz kleinen Oeltropfen von kaum 0,001 mm Durchmesser.

**Membrana fenestrata.** Ist deutlich an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit.

**Körnerschicht.** Eine Membrana perforata, die aus ziemlich kleinen, getrennt liegenden sternförmigen Zellen besteht, ist sicher vorhanden.

Die Dicke der einzelnen Retinaschichten beträgt nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit und Säurefuchsin und Einbettung in Paraffin:

In Millimetern	a <sup>1)</sup>	b <sup>2)</sup>	c <sup>3)</sup>
Pigmentschicht . . . . .	—	} 0,046	—
Stäbchen- und Zapfenschicht . . . . .	0,05		0,044
„ -Aussenglieder . . . . .	0,031	—	0,025
„ -Innenglieder . . . . .	0,019	0,016	0,019
Membrana reticularis . . . . .	0,001	0,001	—
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht . . . . .	0,021	0,016	0,021
Membrana fenestrata . . . . .	0,0037	0,0037	0,0037
Körnerschicht . . . . .	0,056	0,053	0,044
Spongiöse Schicht . . . . .	0,044	0,062	0,031
Ganglienzellenschicht . . . . .	0,009	0,009	0,009
Opticusfaserschicht . . . . .	0,019	0,05	0,019
Membrana limitans . . . . .	—	0,002	—
Retina im Ganzen . . . . .	0,2037	0,2427	0,1617

<sup>1)</sup> 1 mm lateralwärts vom oberen Ende des Pecten.

<sup>2)</sup> 5 mm medianwärts vom oberen Ende des Pecten.

<sup>3)</sup> Am Aequator, 0,3 mm medianwärts von der Ora serrata.

**Ciconiae.****Ardeidae.****Ardea cinerea.**

Der Bulbus des Reiher hat ca. 29 mm Durchmesser, nach Einbettung in Paraffin noch 24 mm. Die Retina bietet das kräftige Gefüge derjenigen der Tagraubvögel dar (vergl. *Buteo vulgaris*, S. 44); die radialen Stützfasern sind zahlreich und stark entwickelt (Taf. IV. Fig. 18). Ein Unterschied liegt in der stärkeren Ausbildung zahlreicher Stäbchen, worin sich der bekanntlich ausserordentlich scharfsichtige Vogel an die Entenvögel anschliesst (s. *Anser domesticus*).

Eine Fovea lateralis scheint vorhanden zu sein, doch war das zu Gebote stehende Exemplar nicht frisch genug, um darüber entscheiden zu können.

Die *Stäbchen* sind auch etwas dicker und länger als bei den Tagraubvögeln. Ihre Dimensionen betragen nahe dem Aequator nach Härtung in Müller'scher Flüssigkeit und Einlegen in Glycerin:

In Millimetern	Länge	Breite
Stäbchen . . . . .	0,0615	—
„ -Aussenglied . . . . .	0,0465	0,003
„ -Innenglied . . . . .	0,015	0,002
„ -Ellipsoid . . . . .	0,006	0,004
Zapfen . . . . .	0,038	—
„ -Aussenglied . . . . .	0,014	0,002
„ -Innenglied . . . . .	0,024	0,005
„ -Ellipsoid . . . . .	0,01	0,006
Oeltropfen . . . . .	0,002	0,002

*Zapfen.* Wohl die erste Abbildung von roten und citronengelben Oeltropfen aus der Vogelretina hat Michaelis [21, Taf. XXXV. Fig. 12] im Jahre 1842 vom Reiher gegeben. Der Durchmesser wurde auf 0,0075 mm [21, S. 12] bestimmt, die gelben sind kleiner.

Am Aequator sind vier Farbenarten vorhanden: rot, orange, grünlich und bläulich.

Die Dicke der Retinaschichten betrug nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit, Säurefuchsin und Einbettung in Paraffin:

In Millimetern	a <sup>1)</sup>	b <sup>2)</sup>	c <sup>3)</sup>	d <sup>4)</sup>	e <sup>5)</sup>
Pigmentschicht und Stäbchen-Aussenglieder . . .	0,024	0,03	0,016	0,036	0,024
„ -Innenglieder . . .	0,024	0,018	0,024	0,024	0,024
Membrana reticularis . . .	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht	0,032	0,024	0,032	0,028	0,024
Membrana fenestrata . . .	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Körnerschicht . . . . .	0,076	0,104	0,092	0,08	0,082
Spongiöse Schicht . . . . .	0,068	0,024	0,064	0,076	0,04
Ganglienzellenschicht . . .	0,016	0,024	0,008	0,012	0,01
Opticusfaserschicht . . . .	0,064	0,072	0,07	0,016	0,02
Radialfaserenden . . . . .	0,016	0,024	0,02	0,012	
Membrana limitans . . . .	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,002
Retina im Ganzen . . . . .	0,3295	0,3045	0,3325	0,2935	0,233

### Nycticorax sp.

*Stäbchen* sind sehr sparsam vorhanden [S]; die *Zapfen* haben mehr rote und *braungelbe*, als hellgelbe und grünlichgelbe Oeltropfen [S]. — Die Nycticoraciden, Nachtreiher oder Nachtraben, sind, wie schon der Name sagt, nächtliche Tiere.

### Canceroma cochlearia.

*Stäbchen* sind in bedeutend grösserer Anzahl vorhanden als *Zapfen*. Unter den letzteren fehlen farblose ganz und gar, die gelben sind viel zahlreicher als die roten [S].

<sup>1)</sup> 0,5 mm lateralwärts vom oberen Ende des Pecten.

<sup>2)</sup> 0,5 mm medianwärts vom oberen Ende des Pecten.

<sup>3)</sup> 4 mm medianwärts vom oberen Ende des Pecten.

<sup>4)</sup> Am Äquator, laterale Seite, in der Höhe des oberen Endes des Pecten.

<sup>5)</sup> An der lateralen Seite der Ora serrata in der Höhe des oberen Endes des Pecten.

## **Lamethiostres.**

### Phoenicopteridae.

#### **Phoenicopterus antiquorum.**

*Stäbchen.* Das im Innengliede befindliche Paraboloid, welches dem Glaskörper-Ende des Stäbchenellipsoides anliegt, hat beim Flamingo eine deutlich linsenförmige Gestalt mit kurzem Radius der Krümmung [9, Fig. 6, 7, 8]. Die Länge des Aussengliedes beträgt 0,054—0,057, die Breite an seiner Basis 0,0036—0,004, die Länge des Innengliedes incl. des Stäbchenkernes, also bis zur Membrana fenestrata gemessen, 0,022—0,023 mm [9]. Der Flamingo zeichnet sich mithin vor anderen Vögeln durch die Länge seiner Stäbchenaussenglieder aus, die fast um das Dreifache beträchtlicher ist als beim Huhne.

### Anseridae.

#### **Anser domesticus.**

Die Augen der Entenvögel fallen durch ihre auch im Hintergrund des Bulbus sehr zahlreichen und langen Stäbchen auf. Die Zapfen sind zwar mit den gewöhnlichen farbigen Oeltropfen ausgezeichnet, ihre Innenglieder zum Teil dünn, zum Teil dicker, treten aber doch im Ganzen mehr zurück. In dieser Hinsicht bilden die Entenvögel einen Uebergang zwischen den Eulen und Tagraubvögeln. Die Fovea ist nicht so tief und nicht so frei von Ganglienzellen wie bei der Haustaube; in Rücksicht auf alles dieses stellen sich die besprochenen Augen als viel weniger vollkommene Sehwerkzeuge heraus, als diejenigen der Tagraubvögel, Hühnervögel und Tauben. Sie sind auch seltener untersucht worden.

Im allgemeinen verhalten sich die Schichten der Retina, speciell die Stäbchen-Zapfenschicht und die radialen Stützfasern wie bei der



Ente (S. 104). An der Ora serrata sind die Stäbchen schräg rückwärts gerichtet, wie beim Huhn.

Ramón y Cajal [43, Fig. 2) gab eine detaillierte Beschreibung und Abbildung von der Retina nach Anwendung der Golgischen Methode und mit Resultaten wie beim Sperling (S. 16). Die Zellen der Membrana perforata, ferner manche der sogenannten Spongioblasten sind durch ihre Grösse auffällig.

*Area und Fovea centralis.* Der Bulbus hat im frischen Zustande etwa 20 mm Durchmesser. Von dem oberen Ende des Pecten läuft eine leichte Verdickung der Retina streifenförmig medianwärts [2]; in derselben befindet sich die

*Fovea centralis.* Sie ist rundlich, 0,4 mm breit, 0,27 mm hoch, liegt am hinteren Pole des Bulbus, ungefähr 1,4 mm oberhalb und 1,3 mm medianwärts vom oberen Ende des Pecten, also in etwa 2 mm Entfernung von letzterem, wie bei der Ente [2]. Ihre Tiefe ist unbedeutend, etwa 0,05—0,06 mm (Taf. IV. Fig. 19).

In ihrem Bau stimmt sie mit derjenigen der Taube überein [2], ist aber viel flacher und die Ganglienzellen verschwinden nicht an ihrer tiefsten Stelle, oder höchstens auf die der Dicke einer Zelle entsprechenden Distanz. Die Anordnung der Zapfenkörner in der Fovea, sowie die übrigen Verhältnisse der Schichten sind ähnlich wie bei *Larus canus* (S. 109). Ueber die relative Anzahl der Elemente in den verschiedenen Gegenden der Retina macht Chievitz [2] folgende Angaben, wobei die absolute Zahl der Stäbchen- und Zapfenkörner auf 0,4 mm angegeben und dann = 1 gesetzt ist.

Auf 0,4 mm kommen	Fovea centralis	0,4—6 mm von der Fovea	1,4 mm von der Fovea	2 mm von der Fovea	3,2 mm von der Fovea	Area centralis	0,6 mm von der Area	3 mm von der Fovea
Stäbchen-Zapfenkörner .	26	20	18	18	16	24	21	18
Körner . . . . .	4,5	4,6	3,2	2,6	2,9	3,2	3,8	3,4
Ganglienzellen . . .	1,8	1,7	3,0	4,5	4,0	2,4	3,5	3,0

Die Dicke der Retinaschichten ergibt sich aus der Tabelle, wobei zu bemerken ist, dass die direct gemessene Dicke der ganzen Retina mitunter nicht ganz mit der Summe der Dicken der einzelnen Retina-

schichten übereinstimmt. Dies hat seinen Grund darin, dass zufällig beiderlei Messungen nicht an denselben, wenn auch nahe benachbarten Stellen der Retina vorgenommen wurden; die directe Messung der letzteren ist wegen der nicht immer scharf zu markierenden Grenzen der einzelnen Schichten natürlich sicherer. Die Retina war in 2,5 procentiger Salpetersäure gehärtet, mit Säurefuchsin tingiert und in Paraffin eingebettet. Der Durchmesser des Bulbus vermindert sich dabei auf 17—18 mm.

In Millimetern	a <sup>1)</sup>	b <sup>2)</sup>	Area c <sup>3)</sup>	Fovea d <sup>4)</sup>	e <sup>5)</sup>	Aequa- tor f <sup>6)</sup>	Ora serrata g <sup>7)</sup>
Pigmentschicht							
Stäbchen-Zapfenschicht	0,044	0,04	0,048	0,038	0,04	0,034	0,02
„ -Aussenglieder							
„ -Innenglieder	0,02	0,024	0,024	0,02	0,02	0,02	0,02
Membrana reticularis	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht	0,024	0,026	0,024	0,024	0,028	0,02	0,014
Membrana fenestrata	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Körnerschicht	0,048	0,072	0,108	0,088	0,072	0,044	0,026
Spongiose Schicht	0,032	0,056	0,06	0,044	0,06	0,044	0,028
Ganglienzellenschicht	0,012	0,016	0,012	0,028	0,016	0,008	0,01
Opticusfaserschicht	0,06	0,036	0,02		0,044	0,03	
Opticusbündel	—	0,016	—	—	0,028	—	—
Membrana limitans	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015
Retina im Ganzen	0,2455	0,2955	0,316	0,252	0,3055	0,2055	0,1245

## Anatidae.

### *Anas boschas domestica.*

Der Bulbus hat im frischen Zustande etwa 16 mm Durchmesser. Die Retina verhält sich ähnlich wie bei der Gans.

<sup>1)</sup> 2 mm medianwärts vom oberen Ende des Pecten.

<sup>2)</sup> 1,5 mm medianwärts vom Centrum der Fovea.

<sup>3)</sup> Area centralis.

<sup>4)</sup> Fovea centralis, tiefste Stelle.

<sup>5)</sup> 1,5 mm lateralwärts von der Fovea centralis.

<sup>6)</sup> Am Aequator, medianwärts vom oberen Ende des Pecten.

<sup>7)</sup> Ora serrata, 0,2 mm nach hinten von der Pars ciliaris.

Stäbchen- und Zapfenschicht. Die Stäbchen sind besonders zahlreich; die Dimensionen betragen:

In Millimetern	Länge	Breite
Stäbchen . . . . .	0,048	—
„ -Aussenglied . . . . .	0,027—52	0,003—4
„ -Innenglied . . . . .	0,021—24	0,0018
„ -Ellipsoid . . . . .	0,006	0,004
Zapfen . . . . .	0,033	—
„ -Aussenglied . . . . .	0,015	0,001
„ -Innenglied . . . . .	0,018	6,003
„ -Ellipsoid . . . . .	0,007	0,006
„ -Oeltropfen . . . . .	0,002—3	—

Am Aequator sind die Stäbchen etwas kürzer.

Die *Zapfen* zeigen eine undeutliche Spiralfaser im Aussenglied, nach Härtung in Müller'scher Flüssigkeit.

*Membrana fenestrata.* Parallel den dreieckigen Stäbchen- und Zapfenfaserkegeln zieht sich auf senkrechten Durchschnitten eine ausserordentlich deutliche Reihe chromatophiler Kerne hin, die wie kurze farbige Striche erscheinen — — —. Es sind die Kerne der platten Zellen der *Membrana fenestrata* und sie treten in Salpetersäure (Taf. V. Fig. 29) fast mit derselben Deutlichkeit auf, wie nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit (Taf. IV. Fig. 16).

*Körnerschicht.* Ueber die *Membrana perforata* vergl. Huhn (S. 88).

Die *Körner* liegen an sehr feinen Durchschnitten in kleinen hellen Räumen, also nicht gepresst an einander. Einige an der spongiösen Schicht befindliche sind grösser: *Riesenzellen der Körnerschicht* und ragen auch wohl teilweise in die letztgenannte Schicht hinein. An Salpetersäurepräparaten wurde die Dimension einer solchen Zelle beispielsweise gefunden:

In Millimetern	Länge	Breite
Riesenzelle der Körnerschicht . . . . .	0,0165	0,012
„ -Kern . . . . .	0,0105	0,006
„ -Kernkörperchen . . . . .	0,006	0,005

Die *radialen Stützfasern* sind bei den Lamelliostres besonders ausgebildet und chromatophil. Zumeist erscheinen sie wie senkrechte Stäbe (Taf. IV. Fig. 16); es zeigen aber andere Durchschnitte die wahre Form (Taf. V. Fig. 29). Hiernach handelt es sich um längliche, abgeplattete, mehrstrahlige Zellen, welche in tingiertem Zustande leicht für etwas Besonderes gehalten werden können (Baquis, 82, bei *Mustela foina*). Vergl. auch unten: Zusammenhang der Retina-Elemente.

*Spongiöse Schicht.* Sie zeigt bei den Lamelliostres nur 2—3 dunklere fuchsinophile Streifen.

*Ganglienzellenschicht.* Auch unter den Ganglienzellen giebt es grosse Exemplare und *sie liegen nicht selten einer Riesenzelle der Körnerschicht gegenüber*, an der vitrealen Seite der spongiösen Schicht, nicht weit vom Pecten. In dieser Gegend finden sich auch Ganglienzellen den eintretenden starken *Opticusfaserbündeln* und zwar mitunter in Reihen eingelagert.

*Membrana limitans.* Sie ist recht deutlich entwickelt; nahe an ihrer chorioidealen Fläche finden sich wenigstens in der Gegend der Fovea centralis zahlreiche längliche, senkrecht gestellte Kerne.

*Zusammenhang der Retina-Elemente.* Derselbe ist von Ramón y Cajal [40, Fig. 4] schematisch dargestellt, wobei eine grosse Uebereinstimmung mit Tartuferi [42] und Dogiel [41] nicht zu verkennen ist. Die drei Autoren stimmen ungeachtet mancher Abweichungen im Einzelnen auch darin überein, dass sie ohne nähere Begründung so ziemlich alle Elementarteile für nervös erklären, welche sich mit Silbernitrat oder Methylenblau färben lassen. Dogiel wendete letzteres an (s. *Athene noctua* u. S. 63), die anderen beiden Forscher Silbernitrat (Golgi'sche Methode), nach Härtung der Retina in Kaliumbichromat (Ramón y Cajal). Wie letzterer fand, schwärzen sich die Innenglieder der Stäbchen und Zapfen, die Aussenglieder nicht immer, die radialen Stützfasern, die Nadeln der Membrana reticularis, die Stäbchen- und Zapfenkörner, die Stäbchen- und Zapfenfaserkegel und deren Fortsätze, welche in der Gegend der Membrana fenestrata ein in der Ebene der Retina ausgebreitetes Fasernetz bilden. Ferner etwas weiter vitrealwärts befindliche multipolare Zellen, die ihrer Lage nach der Membrana perforata entsprechen, *einzelne* bipolare Körner

der Körnerschicht. Die beiden Fortsätze dieser Körner verlaufen schräg (Taf. V. Fig. 26); der chorioideale Fortsatz ist dicker und verästelt sich in dem erwähnten Fasernetz der Membrana fenestrata. Der vitreale Fortsatz verläuft schräg, dringt in die spongiöse Schicht ein und verästelt sich in letzterer entsprechend deren dunkleren Streifen. Wie bei der Taube (Taf. III. Fig. 11) und bei *Corvus frugilegus* (S. 30) besitzt die spongiöse Schicht zwei oder drei dunklere Streifen, welche dieselben in drei oder vier etwa gleich dicke Abteilungen scheiden. An der Bildung dieser Streifen beteiligen sich hier und da Fortsätze der sogenannten Spongioblasten, nämlich multipolarer, unmittelbar an der vitrealen Grenze der Körnerschicht gelegener und den Körnern der letzteren zugerechneter Zellen. Es ist bemerkenswert, dass die mit derselben Methode gewonnenen Resultate von Tartuferi [42] in Bezug auf das Verhalten der grossen multipolaren Zellen der Membrana perforata, sowie der sogenannten Spongioblasten hiermit vollständig harmonieren. — Auch die Opticusfasern schwärzen sich durch Silbernitrat (vergl. Taube, S. 63).

Die Dimensionen betragen nach Behandlung mit Salpetersäure, Säurefuchsin, Paraffin:

In Millimetern	a <sup>1)</sup>	b <sup>2)</sup>	c <sup>3)</sup>	d <sup>4)</sup>
Pigmentschicht				
Stäbchen-Zapfenschicht	0,048	0,048	0,048	0,036
„ -Innenglieder.	0,024	0,022	0,024	0,024
Membrana reticularis	0,001	0,001	0,001	0,001
Stäbchen-Zapfenkörnerschicht	0,024	0,024	0,024	0,02
Membrana fenestrata	0,003	0,003	0,003	0,003
Körnerschicht	0,06	0,052	0,040	0,036
Spongiöse Schicht	0,045	0,048	0,048	0,044
Ganglienzellenschicht	0,012	0,012	0,008	0,008
Opticusfaserschicht	0,048	0,04	0,032	0,014
Membrana limitans.	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015
Retina im Ganzen	0,2665	0,2515	0,2285	0,1875

<sup>1)</sup> 4 mm medianwärts vom oberen Ende des Pecten.

<sup>2)</sup> 1 mm lateralwärts vom oberen Ende des Pecten.

<sup>3)</sup> 1 mm lateralwärts vom unteren Ende des Pecten.

<sup>4)</sup> 1 mm medianwärts von der Pars ciliaris, in der Höhe des unteren Endes vom Pecten.

*Fovea centralis.* Die Ente hat eine *Area* und *Fovea centralis* wie die Gans (S. 103); sie ist vom oberen Ende des Pecten etwa 2 mm entfernt [2]. Sie scheint aber fehlen zu können oder noch weniger ausgebildet zu sein als bei der Gans. Da es auch beim Haushuhn bisher nicht gelungen ist, eine *Fovea centralis* aufzufinden, so kann man fragen, ob nicht *durch die Domestication die Fovea centralis leidet, sich mehr oder weniger zurückbilden kann* (vergl. S. 111).

Der als *Area* bezeichnete und eine flache Einbiegung darbietende Streifen ist sehr undeutlich, da die Verdickung der *Retina* im Ganzen nur 0,01—0,02 mm beträgt.

### **Anas crecca.**

Die an die *Membrana fenestrata* sich anschliessende Lage von Körnern nennt Heinemann [63] grössere Zellen, im Gegensatz zu den kleineren Zellen der genannten *Membrana* (welche Zellen Heinemann der *Membrana perforata* von Fischen für analog hält) und lässt sie in Zusammenhang mit einem die Körnerschicht durchziehenden Fasernetz stehen. Letzteres liess sich bis in die spongiöse Schicht verfolgen und soll wahrscheinlich mit den Protoplasma-Ausläufern der Ganglienzellen sich in Verbindung setzen.

---

### **Steganopodes.**

#### **Phalacrocoracidae.**

#### **Phalacrocorax sp.**

*Stäbchen* fehlen fast ganz [8]; die Oeltropfen der *Zapfen* sind carminrot, rotgelb, hellgelb und grünlichgelb; diese Farben sind in ziemlich gleichmässiger Anzahl vorhanden [8].

---

## Longipennis.

### Laridae.

#### *Larus canus.*

Die Retina der Sturmmöve ist nur von Chievitz [2] untersucht, der die Beschreibung mit derjenigen von *Larus ridibundus* zusammenfasst.

*Fovea centralis.* Ungefähr im Centrum der Retina am proximalen Pol befindet sich etwa 2 mm über dem oberen Ende des Pecten eine tiefe, nach dem Typus der Fovea von *Corvus frugilegus* gebaute Grube. Die Stäbchen- und Zapfenkörner sind ausserhalb der Fovea zu zwei Lagen angeordnet, von denen die chorioideale längere und schlankere Körner als die vitreale Lage. Mitten in der Fovea sind die beiden Lagen nicht deutlich von einander zu unterscheiden, während am Rande derselben die vitrealen Kerne sich vermehrt und eine Verdickung der Zapfenkörnerschicht erzeugt haben.

*Area centralis.* An Salpetersäure-Präparaten verläuft ein horizontaler weisslicher Streif etwas medianwärts aufsteigend durch den Augenhintergrund, umgibt die rundliche Fovea, enthält in seiner Axe eine dünnere, seichte Rinne und reicht medianwärts wie lateralwärts fast bis zur Ora serrata. In der Area sind die Aussenglieder der Zapfen kürzer als in der übrigen Retina, wie bei *Corvus frugilegus* (S. 30). Dagegen sind die Stäbchen-Zapfenkörnerschicht, die Körnerschicht und Ganglienzellenschicht sämtlich verdickt. Erstere enthält mehrere Reihen von Körnern, welche verlängert und schmaler geworden sind; auch die Zapfen sind feiner. Hauptsächlich nehmen, wie in der Fovea centralis, die dickeren, in der vitrealen Lage befindlichen (Zapfen-) Körner an Zahl zu. — In der Rinne zeigt sich die Ganglienzellenschicht ein wenig chorioidealwärts convex gebogen, aber nicht verdünnt. — Die Körnerschicht lässt eine analoge aber schwächere Einbiegung erkennen, die Körner stehen zu radiären Säulen geordnet. Die Opticusfaserbündel setzen ihren Weg von der Papilla n. optici nach oben über die Area ungestört fort.

**Larus ridibundus.**

Verhält sich wie *Larus canus*.

**Sterna cantiaca.**

Die Seeschwalbe besitzt [2] eine *Fovea centralis*, welche etwa 2,5 mm nach vorn und medianwärts vom Pecten gelegen, rundlich oder länglich ist und eine 4,5 mm nach oben und lateralwärts vom Pecten entfernte *Fovea lateralis*, welche rund, punktförmig und weniger tief ist, als die *Fovea centralis* [2, Taf. VI. Fig. 14]. Sie zeigt relativ kürzere Aussenglieder der Zapfen, wie *Corvus frugilegus* (S. 30). — Umgeben wird die *Fovea centralis* von einer *Area centralis*, sie liegt nämlich in einer horizontalen, medianwärts etwas aufsteigenden streifenförmigen Verdickung der Retina, welche in ihrer Mitte eine Längsrinne enthält. Die Entwicklung der *Area* ist von Chievitz [74] untersucht und abgebildet worden, ebenso diejenigen der beiden *Foveae*.

**Sterna macrura.**

Die *Area* und *Fovea centralis* resp. *lateralis* verhalten sich wie bei *Sterna cantiaca* [2].

*Vergleichung der Foveae verschiedener Vögel.* Eine Uebersicht der Resultate von Chievitz [2] ergibt auffallende Differenzen in dieser Hinsicht. Es besitzen nämlich:

<i>Fovea centralis</i> mit runder <i>Area centralis</i>	<i>Fovea centralis</i> und streifenf. <i>Area centralis</i>	<i>Fovea centralis</i> u. streifenf. <i>Area centralis</i> u. <i>Fovea lateralis</i>	<i>Fovea centralis</i> u. <i>Fovea lateralis</i>	<i>Fovea lateralis</i>	Tiefe <i>Foveae</i>	Flache <i>Foveae</i>
<i>Corvus frugilegus</i>	<i>Serinus canarius</i> <i>Passer domesticus</i> <i>Anser cinereus</i> <i>Anas boschas</i> <i>Larus ridibundus</i> <i>Larus canus</i>	<i>Sterna cantiaca</i> <i>Sterna macrura</i>	<i>Chelidon urbica</i>	<i>Athene noctua</i>	<i>Serinus canarius</i> <i>Passer domesticus</i> <i>Chelidon urbica</i> <i>Sturnus vulgaris</i> <i>Pica caudata</i> <i>Larus canus</i> <i>Larus ridibundus</i> <i>Sterna cantiaca</i> <i>Sterna macrura</i>	<i>Columba livia</i> <i>Anser domesticus</i> <i>Anas boschas domesticus</i>



Man könnte glauben, die flachen Foveae kämen bei Hausvögeln vor, welche infolge der Domestication die Tiefe ihrer Foveae eingebüßt hätten (S. 108), das Beispiel der Brieftaube zeigt aber, dass durch erstere wenigstens die Sehschärfe nicht gelitten haben dürfte. Auf binoculares Sehen sind offenbar angewiesen: die Raubvögel, speciell die Eulen, Schwalben, Tauben, Seeschwalben, nicht aber die Raben und Möven.

Chievitz [83] hat noch weitere summarische Angaben über die Area und Fovea centralis bei Vögeln veröffentlicht, die durch seine Tabelle am übersichtlichsten werden.

	Einfache		Mehrfache	
	Area	Fovea	Area	Fovea
<b>Scansores</b>				
<i>Picus major</i> . . . . .	rechts nasal	tief		
<b>Clamatores</b>				
<i>Columba livia domestica</i> .	rechts nasal	seicht		
<i>Cypselus apus</i> . . . . .			{ r. temporal streifenf. ?	tief
<b>Oscines</b>				
<i>Alauda arvensis</i> . . . . .	rechts nasal	tief		
<i>Hirundo urbica</i> . . . . .			{ r. nasal r. temporal	tief mittel
— <i>rustica</i> . . . . .			{ r. nasal r. temporal streifenf.	tief mittel seicht
<i>Garrulus glandarius</i> . . .	rechts nasal	tief		
<i>Pica caudata</i> . . . . .	nasal	tief		
<i>Corvus cornix</i> . . . . .	nasal	tief		
— <i>frugilegus</i> . . . . .	nasal	tief		
<i>Sturnus vulgaris</i> . . . . .	nasal	tief		
<i>Emberiza miliaria</i> . . . .			{ nasal streifenf.	tief schwach
— <i>citrinella</i> . . . . .	nasal	tief		
<i>Fringilla coelebs</i> . . . . .	nasal	tief		
— <i>cannabina</i> . . . . .			{ nasal streifenf.	tief schwach
— <i>Canaria</i> . . . . .	nasal	tief		
— <i>domestica</i> . . . . .	nasal	tief		
— <i>montana</i> . . . . .	nasal	tief		

	Einfache		Mehrfache	
	Area	Fovea	Area	Fovea
<i>Parus coeruleus</i> . . . . .	nasal	tief		
— <i>major</i> . . . . .	nasal	tief		
<i>Troglodytes parvulus</i> . . .	nasal	tief		
<i>Regulus cristatus</i> . . . . .	nasal	tief		
<i>Accentor modularis</i> . . . .	nasal	tief		
<i>Motacilla alba</i> . . . . .			{ nasal	tief
			{ streifenf.	schwach
— <i>flava</i> . . . . .			{ nasal	tief
			{ streifenf.	schwach
<i>Saxicola rubethra</i> . . . . .			{ nasal	tief
			{ streifenf.	schwach
— <i>oenanthe</i> . . . . .			{ nasal	tief
			{ streifenf.	schwach
<i>Sylvia hypolais</i> . . . . .	nasal	tief		
— <i>schoenobaena</i> . . . . .	nasal	tief		
— <i>cinerea</i> . . . . .	nasal	tief		
— <i>hortensis</i> . . . . .	nasal	tief		
<i>Accipitres</i>				
<i>Strix noctua</i> . . . . .	temporal	tief		
— <i>otus</i> . . . . .	temporal	tief		
<i>Buteo vulgaris</i> . . . . .			{ nasal	tief
			{ temporal	mittel
<i>Grallatores</i>				
<i>Numenius arquatus</i> . . . .			{ nasal	tief
			{ streifenf.	mittel
<i>Recurvirostra avocetta</i> . . .			{ nasal	tief
			{ streifenf.	0
<i>Totanus glareola</i> . . . . .			{ nasal	tief
			{ streifenf.	0
— <i>hypoleucus</i> . . . . .			{ nasal	tief
			{ streifenf.	schwach
<i>Tringa Islandica</i> . . . . .			{ nasal	tief
			{ streifenf.	schwach
— <i>alpina</i> . . . . .			{ nasal	tief
			{ streifenf.	schwach
<i>Gallinago media</i> . . . . .	nasal	tief		
<i>Haematopus ostralegus</i> . . .			{ nasal	mittel
			{ streifenf.	0
<i>Limosa Lapponica</i> . . . . .			{ nasal	tief
			{ streifenf.	0
<i>Squatarola Helvetica</i> . . . .			{ nasal	(?)
			{ streifenf.	schwach

	Einfache		Mehrfache	
	Area	Fovea	Area	Fovea
<i>Streptopelia interpres</i> . . .			{ nasal	tief.
			{ streifenf.	schwach
<i>Charadrius hiaticula</i> . . .			{ nasal	(?)
			{ streifenf.	schwach
— <i>pluvialis</i> . . .			{ nasal	tief
			{ streifenf.	schwach
<i>Vanellus cristatus</i> . . .			{ nasal	mittel
			{ streifenf.	schwach
<i>Ardea cinerea</i> . . . . .	nasal	tief		
<b>Natatores</b>				
<i>Anser cinereus domesticus</i> .			{ nasal	schwach
			{ streifenf.	0
<i>Anas boschas domestica</i> .			{ nasal	schwach
			{ streifenf.	0
<i>Fuligula glacialis</i> . . . .			{ nasal	mittel
			{ streifenf.	0
<i>Fratercula Mormon</i> . . . .			{ nasal	tief
			{ streifenf.	schwach
<i>Alca torda</i> . . . . .			{ nasal	schwach
			{ streifenf.	0
<i>Uria troile</i> . . . . .			{ nasal	schwach
			{ streifenf.	schwach
<i>Sterna macrura</i> . . . . .			{ nasal	tief
			{ temporal	schwach
			{ streifenf.	schwach
— <i>minuta</i> . . . . .			{ nasal	mittel
			{ temporal	schwach
			{ streifenf.	schwach
— <i>Cantiaca</i> . . . . .			{ nasal	tief
			{ temporal	mittel
			{ streifenf.	schwach
<i>Larus canus</i> . . . . .			{ nasal	tief
			{ streifenf.	schwach
— <i>ridibundus</i> . . . . .			{ nasal	tief
			{ streifenf.	schwach
<b>Rasores</b>				
<i>Perdix cinerea</i> . . . . .	nasal	mittel		
<i>Meleagris gallopavo</i> . . .	nasal	schwach		
<i>Phasianus Colchiens</i> . . .	nasal	mittel		
<i>Gallus domesticus</i> . . . .	nasal	0 (?)		

## Litteratur.

1. H. Müller, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1856. Bd. VIII. S. 1. — Gesammelte Abhandlungen. 1872. Bd. I. S. 75. Mit Taf. II. (s. No. 38).
2. Chievitz, Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abteilung. 1889. Suppl. S. 149.
3. Vintschgau, Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien. 1854. Bd. XI. S. 943. Mit 1 Taf.
4. M. Schultze, Archiv für mikroskopische Anatomie. 1866. Bd. II. H. 2 u. 3. S. 175. Taf. VIII—XV.
5. M. Schultze, Archiv für mikroskopische Anatomie. 1867. Bd. III. S. 215. Mit Taf. XIII.
6. Wälchli, Archiv für Ophthalmologie. 1883. Bd. XXIX. Abt. 3. S. 205. Mit Taf. VI.
7. Wälchli, Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. 1883. III. R. VIII. p. 127. Met Pl. I.
8. Heinemann, Archiv für mikroskopische Anatomie. 1876. Bd. XIV. H. 4. S. 438.
9. Hoffmann, Niederländisches Archiv für Zoologie. 1876. Bd. III. S. 217. Taf. XIV.
10. H. Müller, Würzburger Sitzungsberichte. 1862. Bd. II. S. 2, S. 6. — Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift. Bd. II. S. 139. — 1863. Bd. III. S. 10—42. — Zehender's klinische Monatsblätter. 1863. S. 438. — Gesammelte Abhandlungen. 1872. Bd. I. S. 138, 144 u. 164.
11. W. Krause, Zeitschrift für rationelle Medicin. 1863. Bd. XX. S. 8.
12. W. Krause, Beiträge zur Neurologie der oberen Extremität. Leipzig und Heidelberg. 1865. S. 32.
13. W. Krause, die Membrana fenestrata der Retina. Leipzig. 1868. Mit 2 Taf.
14. W. Krause, Allgemeine und mikroskopische Anatomie. Hannover. 1876. S. 154.
15. W. Krause, Archiv für mikroskopische Anatomie. 1876. Bd. XII. S. 742. Taf. XXIII.
16. W. Krause, Nachträge zur allgemeinen und mikroskopischen Anatomie. Hannover. 1881.
17. Dobrowolsky, Archiv für Anatomie und Physiologie. 1871. S. 222.
18. Talma, Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. 1873. III. R. II. S. 259.
19. Hochecker, Ueber angeborene Farbenblindheit. Dissertation. Göttingen. Archiv für Ophthalmologie. 1873. Bd. XX.
20. Schwalbe, Graefe und Sämisch, Handbuch der Augenheilkunde. 1874. Bd. I. S. 414.
21. Michaelis, Nova Acta Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Naturae Curiosorum. 1842. T. XIX. P. II. Tab. XXXV. S. 3. Fig. 9.

22. Hannover, *Recherches microscopiques sur le système nerveux*. Copenhague. 1844. S. 48. Taf. V. Fig. 65—70 (Huhn).
23. W. Krause, *Archiv für Anatomie und Physiologie*. 1868. S. 256.
24. Ranvier, *Traité technique d'histologie*. 2<sup>e</sup> édit. 1889. S. 742. *Technisches Lehrbuch der Histologie*. Deutsch von Nicati und von Wyss. Leipzig. 1888.
25. Schiefferdecker, *Archiv für mikroskopische Anatomie*. 1886. Bd. XXVIII H. 4. S. 305. Taf. XXII—XXIV.
26. Angelucci, *Archiv für Anatomie und Physiologie*. Physiologische Abteilung. 1878. H. 5 u. 6. S. 353. Taf. IV u. V.
27. M. Schultze, *Archiv für mikroskopische Anatomie*. 1869. Bd. V. H. 4. S. 379. Taf. XXII.
28. G. Retzius, *Nordiskt medicinsk Arkiv*. 1877. Bd. III. No. 1. Met en tafla.
29. Graber, *Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Tiere*. Prag. 1884.
30. W. Krause, diese Monatsschrift. 1886. Bd. III. S. 45.
31. Kühne, *Untersuchungen aus dem physiologischen Institut zu Heidelberg*. 1878. Bd. II. H. 1. S. 106.
32. Kühne, daselbst. 1882. Bd. IV. H. 3. S. 282.
33. Kühne, daselbst. 1878. Bd. I. H. 4. S. 341.
34. Mays, *Untersuchungen aus dem physiologischen Institut zu Heidelberg*. 1878. Bd. II. H. 3. S. 336.
35. W. Krause, *Allgemeine und mikroskopische Anatomie*. 1876. S. 169.
36. W. Krause, *Nachträge zur allgemeinen und mikroskopischen Anatomie*. 1881. S. 152.
37. W. Müller, *Beiträge zur Anatomie und Physiologie als Festgabe C. Ludwig gewidmet*. 1875. H. 2. Taf. X—XIV.
38. H. Müller, *Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift*. 1861. Bd. II. S. 139. *Gesammelte und hinterlassene Abhandlungen zur Anatomie und Physiologie des Auges*. 1872. S. 138.
39. Boll, *Archiv für Anatomie und Physiologie*. Physiologische Abteilung. 1877. H. 1. S. 1. Mit Taf. I.
40. Ramón y Cajal, *Anatomischer Anzeiger*. 1889. Jahrg. IV. S. 111. Mit 4 Fig.
41. Dogiel, *Anatomischer Anzeiger*. 1888. Jahrg. III. S. 133. Mit 7 Fig.
42. Tartuferi, *Internationale Monatsschrift für Anatomie etc.* 1887. Bd. IV. S. 420. Mit Taf. XIX u. XX.
43. Ramón y Cajal, *Revista Trimestral de Histología Normal y Patológica*. Barcelona. 1888. No. 1. S. 11. Con Fig. III. Nr. 2. S. 43. Con Lam. V.
44. M. Schultze, *Archiv für mikroskopische Anatomie*. 1869. Bd. V. H. 4. S. 379. Taf. XXII.
45. M. Schultze, *Archiv für mikroskopische Anatomie*. 1866. Bd. II. H. 2 u. 3. S. 175. Taf. XI.

46. W. Krause, Anatomische Untersuchungen. Hannover. 1861. S. 60. Taf. II.  
Fig. 5 u. 6.
47. Hulke, Ophthalmic Hospital Reports. 1864. Vol. IV. S. 244.
48. Hannover, La rétine de l'homme et des vertébrés. Copenhague. 1876.
49. Steinlin, Archiv für mikroskopische Anatomie. 1868. Bd. IV. H. 1. S. 10.  
Mit Taf. II.
50. W. Krause, Internationale Monatsschrift für Anatomie etc. 1884. Bd. I. H. 4.  
S. 225. Mit Taf. XI.
51. W. Krause, Archiv für Anatomie und Physiologie. 1868. H. 2. S. 257.
52. Schwalbe, Graefe und Sämisch, Handbuch der Augenheilkunde. 1874. Bd. I.  
S. 406. Fig. 37 b.
53. W. Krause, Zeitschrift für rationelle Medicin. 1858. Bd. V. S. 28.
54. Ritter, Archiv für Ophthalmologie. 1859. Bd. V. Abt. 2. S. 101.
55. Dobrowolsky, Archiv für Anatomie und Physiologie. 1871. H. 2. S. 221.  
Mit Taf. VII B.
56. Dobrowolsky, Archiv für Anatomie und Physiologie. 1871. H. 2. S. 208.
57. W. Krause, Internationale Monatsschrift für Anatomie. 1886. Bd. III. H. 1.  
S. 28 (Ersatzzellen beim Stör).
58. Groom u. Loeb, Biologisches Centralblatt. 1890. Bd. X. No. 5 u. 6. S. 160.  
(der Heliotropismus der Nauplien).
59. M. Schultze, Archiv für mikroskopische Anatomie. 1867. Bd. III. H. 3.  
S. 370.
60. Wälchli, Onderzoekingen gedaan in het physiol. Laboratorium der Utrechtsche  
Hoogeschool. III. R. VI. S. 297. — Archiv für Ophthalmologie. Bd. XXVII.  
Abt. 2. S. 303.
61. Hulke, Journal of anatomy and physiology. 1866. No. 1. S. 96.
62. De Chardonnet. Comptes rendus. 1882. T. XCVI. S. 441 u. 509.
63. Heinemann, Archiv für pathologische Anatomie. 1864. Bd. XXX. H. 1. u. 2.  
S. 256.
64. Capranica, Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiologische Abteilung.  
1877. H. 2 u. 3. S. 283.
65. Frisch, Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien. 1868.  
Bd. LVIII. Abt. II. H. 2. S. 316. Taf. II.
66. Bellonci, Archives italiennes de biologie. 1883. Bd. III. S. 196.
67. Chievitz, diese Monatsschrift. 1887. Bd. IV. H. 6. S. 201. Taf. VIII.
68. W. Krause, diese Monatsschrift. 1884. Bd. I. H. 4. S. 225. Taf. XI.  
Fig. 15 *lac*, Fig. 22.
69. Denissenko, Archiv für mikroskopische Anatomie. 1882. Bd. XXI. H. 1.  
S. 17. — Vergl. Denissenko, daselbst. 1877. Bd. XIV. H. 2. S. 203.  
Taf. XIII—XIV.
70. Kölliker, Sitzungsberichte der physicalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würz-  
burg. 1889. 23. November.
71. Cuccati, Archives italiennes de biologie. 1886. T. III. F. 2. S. 234.

72. Kühne, Untersuchungen aus dem physiologischen Institut zu Heidelberg. 1877. Bd. I. H. 1. S. 28.
73. Boll, Monatsberichte der k. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 12. November 1876. S. 783.
74. Chievitz, Archiv für Anatomie und Physiologie. Anat. Abt. 1890. H. 5 u. 6. S. 332. Mit Taf. XVIII—XX.
75. Ogneff, Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1883. Nr. 45. S. 801.
76. Chievitz, Anatomischer Anzeiger. 1888. Bd. III. S. 579.
77. Uhthoff, Bericht über die 16. Versammlung der ophthalmologischen Gesellschaft in Heidelberg. 1884. S. 13.
78. Beauregard, Annales des sciences naturelles. Zoologie. 1876. T. IV. p. 1. Mit 6 Taf.
79. Caster, Zur Anatomie der Retina. Diss. Berlin. 1872. S. 19.
80. Merkel, Ueber die Macula lutea des Menschen und die Ora serrata einiger Wirbeltiere. Leipzig. 1870. S. 15.
81. Engelmann, Archiv für die gesamte Physiologie. 1884. Bd. XXXV. S. 498.
82. Baquis, Anatomischer Anzeiger. 1890. Jahrg. V. No. 13 u. 14. S. 366. Mit 1 Holzschn.
83. Knies, Biologisches Centralblatt. 1890. Bd. X. No. 17 u. 18. S. 564.
84. Chievitz, Archiv für Anatomie und Physiologie. Anat. Abt. 1891. S. 311.
85. Ramón y Cajal, La rétine des vertébrés. La Cellule. 1893. T. IX. p. 121. Mit 7 Taf.

## Erklärung der Tafeln I—V.

### Tafel I.

Fig. 1. Senkrechter Durchschnitt der Retina von *Cypselus apus*, nach Behandlung mit 2,5procentiger Salpetersäure 3 Stunden lang, Wasser, Säurefuchsin. Wasser, Alkohol, Toluol, Paraffin von 45° Schmelzpunkt, Einbettung in Paraffin von 58°, Aufkleben der Schnitte mit Nelkenöl und Collodium. Benzol, Dammar. Die Stelle liegt 2,8 mm medianwärts vom Aequator und 0,16 mm über dem oberen Rande des N. opticus; der Durchmesser des Bulbus betrug 1 cm. Vergr. 500. *P* Drei Pigmentzellen. *st* Stäbchen. *z* Zapfen. *Mr* Membrana reticularis. *stk* Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht. *Mf* Membrana fenestrata. *k* Körnerschicht mit zwei besonders chromatophilen Körnern. *sp* spongiöse Schicht. *g* Ganglienzellenschicht. *op* Opticusfaserschicht. *Ml* Membrana limitans.

Fig. 2. Senkrechter Durchschnitt der sehr tiefen Fovea centralis von *Turdus merula* nach Behandlung mit 2,5procentiger Salpetersäure, Säurefuchsin und Paraffin, wie in Fig. 1. Vergr. 120. *P* Pigmentschicht. *zk* Zapfen-

körnerschicht. *Mr* Membrana reticularis. *Mf* Membrana fenestrata. *k* Körnerschicht; die Fasern der Körner und die radialen Stützfaseren durchkreuzen sich rechtwinklig, erstere strahlen vom Centrum der Fovea aus. *sp* spongiöse Schicht. *g* Ganglienzellenschicht. *op* querdurchschnittene Nervenfasern der Opticusfaserschicht, die sich gegen das Centrum der Fovea hin verdünnt. *MI* Membrana limitans.

Fig. 3. Senkrechter Durchschnitt der Retina von *Monedula turrium* nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit, Säurefuchsin, Paraffin. Die Schnittstelle liegt 1,4 mm lateralwärts vom Pecten. Vergr. 400. *P* Pigment-schicht. *z* Stäbchen- und Zapfenschicht. *Mr* Membrana reticularis. *zk* Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht, worin eine grosse Basalzelle. *Mf* Membrana fenestrata mit den Ansätzen der Zapfenfaserkegel. *k* Körnerschicht. *sp* spongiöse Schicht. *g* Ganglienzellenschicht. *op* Opticusfaserschicht. *MI* Membrana limitans.

Fig. 4. Senkrechter Durchschnitt der (flachen) Fovea lateralis von *Strix flammea*, nach Behandlung des absolut frischen Bulbus mit 2,5procentiger Salpetersäure, Säurefuchsin und Paraffin. Vergr. 200. *a* Aussenglieder, die Eule war 24 Stunden im Dunkelzimmer aufbewahrt, daher ist die Schicht frei von Pigment. *z* Innenglieder, die Zapfen zeigen Oeltropfen und Ellipsoide. *Mr* Membrana reticularis. *zk* Zapfenkörnerschicht. *Mf* Kerne der Membrana fenestrata. *k* Körnerschicht mit grossen vielstrahligen, binde-webigen, fuchsinophilen Zellen. *sp* spongiöse Schicht. *g* Ganglienzellen und Opticusfasern. *MI* Membrana limitans.

Fig. 5. Senkrechter Durchschnitt der Retina von *Syrnium aluco* aus dem Hintergrund des Bulbus nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit. Glycerinpräparat. Nur die Stäbchen-Zapfenschicht ist gezeichnet. Vergr. 500. *st* Stäbchen, isoliert. *oe* Oeltropfen in einem Zapfen, deren sechs auf vier Stäbchen vorhanden sind. *Mr* Membrana reticularis.

Fig. 6. Flächenschnitt der Retina von *Picus canus*. Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit, Wasser, Säurefuchsin, Alkohol, Toluol, Paraffin von 45° Schmelzpunkt, Einschmelzen in Paraffin von 58° Schmelzpunkt, Aufkleben mit Nelkenöl und Collodium, Benzol, Dammar. Vergr. 300. Netz der sternförmigen Zellen der Membrana fenestrata, darunter schimmert die Körnerschicht durch.

## Tafel II.

Fig. 7. Senkrechter Durchschnitt der Retina von *Syrnium aluco* nach Behandlung mit Alkohol, Haematoxylin, Wasser, Alkohol, Toluol, Paraffin von 45° Schmelzpunkt, Einschmelzen in Paraffin von 58° Schmelzpunkt, Aufkleben der Schnitte mit Nelkenöl und Collodium, Benzol, Dammar. Der Durchmesser des Bulbus betrug wenigstens 14 mm, die Schnittstelle liegt 1,5 mm unterhalb des oberen Endes des Pecten und 0,8 mm lateralwärts von letzterem. Vergr. 500. *P* Drei Pigmentzellen. *st* lange Aussenglieder der Stäbchen. *Mr* Membrana reticularis. *stk* Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht. *Mf* Membrana fenestrata. *k* Körner. *sp* spongiöse Schicht mit einer Zelle. *g* Ganglienzellen, von denen drei zusammensitzen. *op* Opticusfaserschicht auf dem Querschnitt, die Axencylinder erscheinen als Punkte. *MI* Membrana limitans.



Fig. 8. Senkrechter Durchschnitt der Retina von *Athene noctua*, nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit, Boraxcarmin, Paraffin, wie in Fig. 7. Durchmesser des Bulbus wenigstens 15 mm, Stelle des Schnittes 4 mm lateralwärts vom Aequator, etwas oberhalb des Pecten. Vergr. 500. *P* Das Pigment ist wie nach Aufbewahrung des Tieres im Dunkeln glaskörperwärts gewandert, die Stäbchen-Aussenglieder sind ganz auffallend lang. *P* Pigmentschicht. *st* Stäbchen-Aussenglieder. *Mr* Membrana reticularis. *stk* Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht. *Mf* Membrana fenestrata. *k* Körnerschicht mit drei grösseren Zellen. *sp* spongiöse Schicht mit einer eingelagerten Zelle. *g* Ganglienzellen- und Opticusfaserschicht; die Axencylinder der letzteren erscheinen als Punkte. *Ml* Membrana limitans mit den Ansätzen der radialen Stützfasern.

Fig. 9. Senkrechter Durchschnitt der Retina von *Buteo vulgaris*, nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit, Säurefuchsin, Paraffin. Durchmesser des Bulbus 26 mm, Stelle des Schnittes am Aequator, lateralwärts und 6 mm über dem Pecten. Vergr. 500. *P* Pigmentschicht. *zk* Zapfen. *Mf* Membrana fenestrata. *k* Körner, die chorioidealwärts gelegenen sind heller, weniger fuchsinophil als die vitrealwärts gelegenen sogenannten Spongioblasten, unter denen sich eine Riesenzelle hervorhebt. *sp* spongiöse Substanz mit ca. sechs dunkleren Streifen. *g* Ganglienzellen, zwischen welchen die stark entwickelten radialen Stützfasern hervortreten. *op* einzelne Opticusfasern, querdurchgeschnitten und als Punkte erscheinend. *Ml* Membrana limitans.

Fig. 10. Senkrechter Durchschnitt aus dem unteren medialen Quadranten der Retina des Huhnes, 0,5 mm medianwärts vom Pecten entfernt. Längerdauernde Härtung in Müller'scher Flüssigkeit, Wasser, Alkohol, Boraxcarmin, Alkohol, Toluol, Einbettung in Paraffin von 45° Schmelzpunkt, Einbettung in Paraffin von 58° Schmelzpunkt, Aufkleben der Schnitte mit 1 Teil Collodium auf 2 Teile Nelkenöl, dann Benzol und Dammar. Vergr. 500. *P* Pigmentschicht. *oe* Oeltropfen der Zapfen. *Mr* Membrana reticularis. *Mf* Membrana fenestrata. *k* Körnerschicht. *sp* spongiöse Schicht. *g* Ganglienzellenschicht. *op* dicke Schicht von Opticusfasern. *Ml* Membrana limitans.

### Tafel III.

Fig. 11. Senkrechter Durchschnitt der Retina der Taube aus der Mitte des roten Feldes (Fovea lateralis), 3,8 mm von der Ora serrata entfernt. Behandlung mit Säurefuchsin, sonst die Methode von Fig. 1. Vergr. 500. *z* Zapfen und Stäbchen, deren Aussenglieder im Pigment stecken. *i* Innenglieder, die dunkel gezeichneten Ellipsoide und axialen Fasern waren intensiv gefärbt. *Mr* Membrana reticularis. *Zk* Zapfenkörner. *Mf* Membrana fenestrata. *Mp* hellere Lage in der Körnerschicht. *k* dichter gedrängt stehende Körner. *s* Lage von sogenannten Spongioblasten, etwa die Hälfte der Körnerschicht einnehmend, mit Lücken, in denen die radialen Stützfasern verlaufen. *sp* spongiöse Schicht, aus drei deutlich getrennten Zonen bestehend, von denen die mittlere von der vitrealen durch einen schmalen dunkeln Streifen gesondert wird. *g* Ganglienzellenschicht. *op* Opticusfaserschicht, quer durchgeschnitten. *Ml* Membrana limitans.

- Fig. 12. Senkrechter Durchschnitt durch die Fovea lateralis s. temporalis von *Buteo vulgaris* nach Behandlung mit 2,5procentiger Salpetersäure, Säurefuchsin, Einbettung in Paraffin. Vergr. 120. *P* Pigmentschicht. *Mr* Membrana reticularis. *Zk* Zapfenkörnerschicht. *Mf* Membrana fenestrata, die sich durch die Fovea fortsetzt. *k* Körnerschicht, gegen die Fovea hin verschmälert. *sp* spongiöse Schicht. *g* Ganglienzellen. *Ml* Membrana limitans.
- Fig. 13. Senkrechter Durchschnitt der Retina der Taube aus der Mitte des oberen medialen (oder vorderen) Quadranten, 4,7 mm von der Ora serrata entfernt. Methode wie in Fig. 11. Vergr. 500. *P* Pigmentschicht. *Mr* Membrana reticularis. *Mf* Membrana fenestrata. *k* Körnerschicht. *sp* spongiöse Schicht. *g* Ganglienzellenschicht. *op* Opticusfaserschicht. *Ml* Membrana limitans.
- Fig. 14. Senkrechter Durchschnitt der Fovea centralis s. nasalis von *Buteo vulgaris* nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit, Säurefuchsin, Paraffin. Vergr. 120. Bezeichnungen wie in Fig. 12. — In der Fovea sind von den vitrealen Schichten nur die radialen Stützfaseren vorhanden; die abgebildete Stelle liegt nicht weit von der tiefsten Stelle der Fovea.
- Fig. 15. Zelle der Membrana fenestrata von der Taube. Nach Behandlung der Retina mit Müller'scher Flüssigkeit in Glycerin untersucht. Vergr. 1000. *zfk* Zwei Zapfenfaserkegel. *Mf* kernhaltige Zelle der Membrana fenestrata. *l* Faser des Stratum lacunosum.

## Tafel IV.

- Fig. 16. Sehr feiner, 0,01 mm dicker, senkrechter Durchschnitt der Retina von *Anas boschas domestica*, 0,2 mm lateralwärts vom oberen Ende des Pecten, nach Behandlung mit 2,5procentiger Salpetersäure, Säurefuchsin, Paraffin. Vergr. 500. *P* Pigmentschicht. *z* Zapfennenglieder. Zwischen denselben liegen wie in Nischen drei rundliche fuchsinophile Körper. *Mr* Membrana reticularis. *stk* Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht. *Mf* Membrana fenestrata. *k* Körnerschicht mit einer dreieckigen Riesenzelle. *sp* spongiöse Schicht. *g* Ganglienzellen mit Axencylinderfortsätzen. *op* Opticusfaserschicht mit einer eingelagerten Zelle. *Ml* Membrana limitans.
- Fig. 17. Horizontalschnitt durch das Centrum der Fovea centralis der Taube. Behandlung mit 2,5procentiger Salpetersäure, Wasser, Boraxcarmin, Alkohol, Toluol, Paraffin von 45° Schmelzpunkt, Einbettung in Paraffin von 58° Schmelzpunkt, Aufkleben der Schnitte mit 1 Teil Collodium auf 2 Teile Nelkenöl, dann Benzol und Dammar. Vergr. 150. *P* Pigmentschicht. *Mr* Membrana reticularis. *Mf* Membrana fenestrata. *op* Opticusfaserschicht querdurchschnitten. *Ml* Membrana limitans.
- Fig. 18. Senkrechter, 0,01 mm dicker Durchschnitt der Retina von *Ardea cinerea* an der medialen Seite des Aequators, 0,3 mm unter dem oberen Ende des Pecten, nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit, Säurefuchsin, Paraffin. Vergr. 500. *P* Pigmentschicht. *st* Stäbchen und Zapfen. *Mr* Membrana limitans. *stk* Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht. *Mf* Kerne der Membrana fenestrata. *k* Körnerschicht mit radialen Stützfaseren. *sp* spongiöse Schicht. *g* Ganglienzellenschicht mit einer multipolaren

Riesenganglienzelle. *op* Opticusfasern auf dem Querschnitt, die dicken Axencylinder erscheinen als dunkle, fuchsinophile Punkte. *M* Membrana limitans mit den Ansatzkegeln der radialen Stützfasern.

- Fig. 19. Senkrechter Durchschnitt der Fovea centralis von *Anser domesticus*, nach Behandlung mit 2,5procentiger Salpetersäure, Säurefuchsin, Paraffin. Vergr. 200. *P* Pigment. *c* Stäbchen- und Zapfenellipsoide. *Mr* Membrana reticularis. *Mf* Membrana fenestrata. *k* Körnerschicht, die in der Area recht dick ist. *sp* spongiöse Schicht. *g* Ganglienzellenschicht; die Ganglienzellen und Nervenfasern fehlen an der tiefsten Stelle der Fovea. *MI* Membrana limitans.

## Tafel V.

- Fig. 20. Flächenansicht der Retina vom Huhn von der Chorioidea her gesehen. Frisch, ohne Zusatz. Vergr. 500. Nur die farbigen Oeltropfen sind angegeben; die violettroten bilden polygonale Figuren. In diesem oberen medialen Quadranten sind die Farben violettrot, orange, grünlichgelb, dazwischen finden sich vier kleinere blassblaue Oeltropfen.
- Fig. 21. Alles wie in Fig. 20, aber aus dem Orangefeld im oberen lateralen Quadranten. Die violettroten sind intensiver gefärbt, die grünlichgelben mehr gelb als in Fig. 20.
- Fig. 22. Zellen der Membrana perforata vom Huhn, nach 24stündiger Behandlung mit 1procentiger Ueberosmiumsäure in Wasser untersucht. Vergr. 1000. *z* drei Zapfeninnenglieder. *zk* Zapfenkörner. *Mf* Membrana fenestrata. *r* radiale Stützfaser. *Mp* Zelle der Membrana perforata mit zwei seitlichen Ausläufern.
- Fig. 23. Pigmentkrystalle aus den Zellen der Pigmentschicht der Retina vom Huhn, in Wasser. Vergr. 2000.
- Fig. 24. Aus einem senkrechten Durchschnitt durch die Retina von *Fulica atra* nahe dem Aequator, nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit und Glycerin. Vergr. 1000. Stäbchen mit Stäbchen-Ellipsoid, auf der Membrana reticularis *Mr* aufsitzend.
- Fig. 25. Alles wie in Fig. 24. Vergr. 800. Dickes zapfenähnliches Stäbchen. *a* Aussenglied. *e* Ellipsoid. *p* Paraboloid. *Mr* Membrana reticularis.
- Fig. 26. Senkrechter Durchschnitt der Retina einer jungen *Anas boschas domestica*. Präparat von Ramón y Cajal. Methode s. dessen Manual de Histología. 1888. S. 265. — Diese Monatsschrift. 1890. Bd. VII. S. 463. Vergr. 300. *P* Pigmentschicht. *z* drei Zapfen mit Zapfenkörnern und Zapfenkegeln geschwärzt. *Mr* Membrana reticularis. *stk* Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht. *k* Körnerschicht; einzelne Körner und Kornfasern haben sich geschwärzt und sind danach von der spongiösen Schicht bis über die Membrana reticularis hinaus zu verfolgen. *nn* dunkle Niederschläge von Silber u. s. w. *sp* spongiöse Schicht. *g* Ganglienzellenschicht. *op* Opticusfaserschicht. *MI* Membrana limitans.
- Fig. 27. Stäbchen vom Huhn nach 24stündiger Behandlung mit 1procentiger Ueberosmiumsäure, in Wasser untersucht. Vergr. 1000. *h* Hyperboloid des Stäbcheninnengliedes. *a* Aussenglied auf eine feine Faser reduciert,

so dass das Stäbchen einem schlanken Zapfen gleicht. *n* zwei Nadeln. *Mr* Membrana reticularis. *z/k* Zapfenfaserkegel.

- Fig. 28. Aus demselben Präparat, vom Huhn. Methode wie in Fig. 27. Vergr. 1000. Vier Zapfen, deren Aussenglieder zerstört sind, überlagern das Innenglied eines Stäbchens. *c* Stäbchenellipsoid. *h* Hyperboloid. *oe* Oeltropfen, deren vier vorhanden sind. *Mr* Membrana reticularis mit drei Nadeln. *zk* Zapfenkörner.
- Fig. 29. Aus einem senkrechten Durchschnitt der Retina von *Anas boschas domestica*, nicht weit von der lateralen Seite des Aequators, 2 mm oberhalb des oberen Endes des Pecten. Die Stäbchen-Zapfenschicht, die Ganglienzellenschicht u. s. w. sind nicht gezeichnet. Nach Behandlung mit 2,5-procentiger Salpetersäure, Säurefuchsin, Paraffin. Vergr. 500. *Mr* Membrana reticularis. *zk* Zapfenkörnerschicht, einige Zapfenfaserkegel sind recht deutlich. *Mf* Membrana fenestrata mit länglichen, fuchsinophilen Zellen. *k* Körnerschicht; eine radiale Stützfaser erscheint als längliche Zelle mit Ausläufern. *sp* Auffallend dunkle Linie in der spongiösen Schicht.
- Fig. 30. Senkrechter Durchschnitt der Retina von *Gallus domesticus* 0,5 mm proximalwärts von der lateralen Seite der Ora serrata. Nach Behandlung mit 2,5-procentiger Salpetersäure, Säurefuchsin, Paraffin. Vergr. 500. *z* Die Zapfen stehen schräg proximalwärts gerichtet, sie alternieren mit den schlanken Stäbchen. Die Oeltropfen sind ungefärbt und hell, die Ellipsoide dunkel tingiert. *Mf* Membrana fenestrata. *Mp* helle Kerne der Membrana perforata. *k* Körnerschicht; eine grosse Zelle sieht wie eine Ganglienzelle aus, einige daneben liegende Körner haben auffallend deutliche fuchsinophile Kerne. *sp* spongiöse Schicht, die radialen Stützfaser verlaufen etwas gebogen. *g* Ganglienzellenschicht, nur durch zwei kleine Ganglienzellen repräsentiert. *op* Fasern der Opticusfaserschicht querdurchschnitten und Membrana limitans.



# Nota preliminare sulla esistenza e struttura d'una nuova glandula nell'astuccio linguale della *Vipera Redii*.

Ricerca del

Dott.: **Carlo Bisogni**.

(Con tav. VI.)

In un mio precedente lavoro <sup>1)</sup>, studiando il gruppo glandulare sotto linguale di alcuni *Ophidia* <sup>2)</sup>, indipendentemente delle tre glandule comuni a tutte le specie, trovai pel primo, nella faccia superiore dell'astuccio linguale d'una *Vipera Berus* (Lin.) una nuova glandula situata anteriormente alla sudetta faccia.

La mancanza del materiale d'esame non mi permise di dare una figura anatomica della glandula da me osservata; e sebbene avessi ricorso ad altre Vipere della stessa specie conservate in alcool da più tempo, la non perfetta conservazione di quella glandula mi distolse dall'idea di farne una figura che forse avrebbe poco corrisposto alla sua vera forma e posizione.

Accennai ancora, nel mio precedente lavoro, come questo fatto, il trovarsi cioè una glandula soprannumeraria nell'astuccio linguale della *Vipera Berus*, per ragioni fisiologiche e filogenetiche, non poteva assolutamente limitarsi all'unica precedente specie da me esaminata.

Ora uno studio ulteriore mi permette di riaffermare come la sudetta glandula, se non in tutti i solenodonti, sia certamente comune a tutti i generi dei *Viperidae*.

---

<sup>1)</sup> Dott. C. Bisogni, Nuove ricerche anatomiche e fisiologiche sul gruppo glandulare sotto linguale di alcuni Ofidii. Agosto 1892.

<sup>2)</sup> Le specie da me esaminate nel sudetto lavoro furono: *Tropidonotus Natrix* (Lin.). — *Zamenis Viridiflavus*, Var. *Carbonaria* (Lacép.). — *Elaphis quadrilineatus* (Latreil.). — *Vipera Berus* (Lin.).

In fatti, studiando l'astuccio linguale della *Vipera Redii*, ho trovato, nella porzione anteriore della faccia superiore dell'astuccio linguale sudetto, quella glandula da me già osservata precedentemente nella *Vipera Berus*.

Adunque siamo in presenza di un fatto che si ripete in due specie diversissime fra loro e che pure appartengono a due generi diversi, cioè al genere *Pelias* ed al genere *Vipera* propriamente detto.

Al primo appartiene la *Vipera Berus*, del quale, secondo le vedute dei moderni zoologi, ne forma il tipo; al secondo genere invece appartiene la *Vipera Redii*.

Promettendomi, con ulteriori studii, di apportare più luce sopra questo fatto tanto interessante, mi limito per adesso alla descrizione di questa nuova glandula della *Vipera Redii*.

Come si sa l'astuccio linguale degli Ofidii è perfettamente simile ad un fodero di pugnale, e in questo fodero scorre la lingua. All'imboccatura del fodero, nella sua faccia inferiore, esiste in tutti gli Ofidii il noto gruppo glandulare, che io ho considerato <sup>1)</sup> come sottolinguale e sul quale scorre la lingua. A prescindere da queste glandule, i due generi di Vipere da me studiate presentano anche all'imboccatura dell'astuccio, nella sua faccia superiore, un'altra glandula da nessuno ancora osservata <sup>2)</sup>. Veramente, nelle due specie di Vipere in cui ho fatto le mie ricerche, si osservano delle diversità e delle differenze quando si voglia paragonare la nuova glandula dell'una specie con quella dell'altra.

Nella *Vipera Redii* la glandula è completamente divisa in due porzioni eguali, distinte e simmetriche, da un vistoso nastro di connettivo. Le due porzioni così generate hanno ciascuna una forma allungata, cilindroide, leggermente convessa ai due estremi anteriore e posteriore. Il lato esterno è anche un pò convesso. Queste due porzioni posteriormente convergono, ma non si toccano: anteriormente

<sup>1)</sup> Dott. C. Bisogni, Op. cit.

<sup>2)</sup> Per faccia superiore dell'astuccio linguale intendo quella ch'è in intimo contatto col di sotto della laringe, quando la mascella del serpe poggia con la pelle sul piano della bacinetta. La porzione anteriore della glandula è quella che guarda l'unione delle due arcate mascellari; la posteriore quella che discende verso l'esofago.

sono molto divergenti, sicchè rappresentano distintamente una lettera **V** maiuscola. Fig. 1<sup>a</sup> (*a*, *a*).

Quando questa glandula si voglia paragonare con quella esistente nella faccia opposta dell'astuccio linguale, si osserva come essa sia più breve in lunghezza, schiacciata, esile e la divisione in lobuli poco evidente.

La sua struttura istologica, in quanto a tipo glandulare e morfologico, è identica a quella osservata nelle diverse glandule che compongono il gruppo sottolinguale delle diverse specie. Sono cioè dei tubi variamente e lascamente tra loro riuniti d'abbondante connettivo interlobulare. Fig. 2<sup>a</sup>.

Le due diverse porzioni cilindroidi della glandula formano ciascuna una sola continuazione, non risultano formate cioè di tante glandulette poste l'una sotto l'altra a mo' di rosario, come è il caso della *Vipera Berus*.

In quanto a tipo morfologico i singoli tubi si mostrano tapezzati internamente da un epitelio glandulare cilindrico con protoplasma granuloso od omogenio a seconda che la glandula ha già funzionato, oppure si trovi nello stato di riposo.

I nuclei delle rispettive cellule si colorano intensamente col carminio allumico-borico di Grieb: essi si trovano alla base delle cellule. Queste, quando si mostrano granulose sono più oscure e più piccole di quando il loro aspetto è uniforme: in quest'ultimo caso sono grandi, alte, chiare. Le sezioni dei tubi della glandula in esame mostrano grande quantità di muco: spesso nei fondi ciechi cilindroidi sono visibili nuclei in degenerazione.

Gli sbocchi della glandula, al solito, sono osservabili sulla faccia che sta in intimo contatto con la superficie superiore della lingua. All'apice, o sui contorni glandulari non se ne osservano.

La posizione di questa glandula, rispetto a quella della faccia inferiore dell'astuccio, viene rappresentata dalla Fig. 3<sup>a</sup>.

Le presenti osservazioni furono fatte nel Gabinetto di Anatomia Comparata della R. Università di Napoli.

---

### Spiegazione delle figure della tav. VI.

- Fig. 1a. Mostra la glandula da me trovata nella faccia superiore dell'astuccio linguale della *Vipera Redii*. (a) porzione destra. (a') porzione sinistra. (b) nastro divisorio connettivale. Ingrandita tre volte.
- Fig. 2a. Taglio trasversale di una delle due porzioni componenti la glandula. Fissazione liquido Grieb. Color. Carminio Grieb. Zeiss  $\frac{\text{ocul. 2}}{\text{ob. DD.}}$  Camera lucida.
- Fig. 3a. Posizione della glandula appartenente alla faccia superiore dello astuccio linguale rispetto a quella appartenente alla faccia inferiore dello stesso. Taglio trasversale. (a, a) Glandula della faccia superiore da me trovata. (b) Nastro connettivale divisorio. (c, c) Sezioni della punta bifida della lingua. (d, d, d) Pareti dell'astuccio linguale. (e, e) Glandula della faccia inferiore dell'astuccio linguale. (f) Uno dei suoi sbocchi in quest'astuccio. Coloraz. e fissaz. come sopra. Zeiss  $\frac{\text{ocul. 2}}{\text{ob. A.}}$  Camera lucida.
- Fig. 4a. Taglio trasversale dell'astuccio linguale del *Zamenis Viridiflavus*, Var. Carbonaria. Da esso si osserva la mancanza della glandula della faccia superiore dell'astuccio. (d, d, d) Pareti dell'astuccio linguale. (c, e) Glandula della sua faccia inferiore. (c, c) Sezioni della punta bifida della lingua. (f, f) Due sbocchi. (g, g) Fasci muscolari. Coloraz. e fissaz. come sopra. Zeiss  $\frac{\text{ocul. 2}}{\text{ob. A.}}$





## Referate

von

W. Krause.

**O. Hovorka**, Edler von Zderas, *Die äussere Nase*. 8°. 1893. Wien.  
A. Hölder. VIII und 154 S. Mit 46 S. — 4 Mk. 80 Pf.

Die Monographie erörtert die Nase und ihren Aufbau nach allen Seiten hin in anatomischer, physiologischer, vergleichend-anatomischer, chirurgischer, pathologischer und namentlich in anthropologischer Hinsicht. Letzterer Abschnitt ist besonders interessant, in anatomischer Hinsicht sind namentlich die Knochenvarietäten berücksichtigt. Verf. unterscheidet 1. gerade Nasen, darunter a) die griechische. b) die gerade Nase mit kugliger Nasenspitze; 2. gebogene Nasen: a) Adlernase. worunter Geiernasen, Habichtsnasen oder Höckernasen, römische Nasen subsumiert werden — eine Semiten- oder Judennase will Verf. nicht anerkennen. 3. Vertiefte Nasen und zwar a) die schwach vertiefte Stumpfnase, b) die Sattelnase. c) die Stülpnase. Phylogenetisch hält Verf. nicht mit Kollmann die gerade, sondern die vertiefte Nase für die primäre; sie findet sich häufig bei Kindern, Frauen und niederen Menschenrassen. Alle diese Formen werden durch das Studium der Nasenknorpel erläutert.

**A. Kast und T. Rumpler**, *Pathologisch-anatomische Tafeln*. nach frischen Präparaten. Aus den Hamburger Staatskrankenhäusern. Fol. 1894. Liefg. VII. Kunstanstalt A.-G. Wandsbeck und Hamburg. Vier Tafeln in Fol. mit zwei Blatt Erklärungen. — 4 Mk. à Liefg. Einzelne Tafeln à 1.50 Mk.

Die Fortsetzung dieses umfassenden Werkes (vergl. diese Monatsschrift. 1893. Bd. X. H. 7. S. 312) enthält: ulceröse Endocarditis an den Aortenklappen, der Pulmonalklappen und an der Mitralklappe, Endocarditis vegetans, Degeneration des Herzmuskels mit Thrombose, umschriebene Herzverfettung. Sämtliche Bilder sind charakteristisch ausgewählt und schön in mehrfachem Farbendruck wiedergegeben.

**P. Grawitz**, *Atlas der pathologischen Gewebelehre*. Liefg. I—V. 8°. 1893. Berlin. R. Schoetz. VI u. 155 S. Mit 30 Taf.

Der Verf. will den Satz: *Omnis cellula e cellula* dahin erweitern, dass ausser durch Zellteilung neue Zellen noch dadurch entstehen können, dass die aus Zellen hervorgegangene Grundsubstanz, so lange sie lebt und am Stoffwechsel teilnimmt, in den zelligen Zustand wieder zurückkehren kann. Hiermit würde also der Rückkehr zu der vor-Virchow'schen Lehre der freien Zellenbildung aus dem Blastem nichts mehr im Wege stehen (Ref.). Ein grosser Teil der activen Vorgänge im Bindegewebe aber habe sich bisher unserem Blick entzogen. Um seine Beweise antreten zu können, giebt der Verf. etwa 90 bei Oelimmersion 1,30 Zeiss, und 530facher Vergrösserung aufgenommene Photographieen im Lichtdruck wieder. Sie betreffen Sehnzellen, Zellenvermehrung, regressive Processe, Atrophieen der Mamma, der Haut und der Muskeln, Keratitis, Hornhautwunden, embryonale Entwicklung der Cornea, Hautwunden, Sehnenwunden beim Kaninchen, Regeneration des Muskelgewebes vom Menschen, Entzündungen, Erysipelas, Phlegmonen, Furunkel, Geschwüre, gummöse Entzündung, Endocarditis ulcerosa, Muskelabscesse, Peritonitis und Pleuritis und zeigen überall ganz ähnliche Ansichten. Es ist auch zur Vergleichung ein Micrometer bei derselben Aufnahme (S. 25) mit abgebildet.

**E. Zuckerkandl**, *Normale und pathologische Anatomie der Nasenhöhle und ihrer pneumatischen Anhänge*. I. Bd. Zweite umgearbeitete Aufl. 8°. 1893. Wien. W. Braumüller. VII u. 399 S. Mit 34 Taf.

Kaum ein Jahr ist verstrichen, als der vorliegende Band in erster Auflage erschien, und es wird wohl als gerechtfertigt anerkannt werden müssen, wenn in der damaligen Anzeige (diese Monatsschrift. 1893. Bd. X. H. 4. S. 137) gesagt wurde, dass von dem ausgezeichneten Wiener Anatomen ein für den ärztlichen Praktiker besonders wertvolles Werk geliefert worden sei. Die vorliegende zweite Auflage ist von 222 auf ca. 400 Seiten, fast auf das Doppelte vermehrt worden.

## Nouvelles universitaires.\*)

M. le docteur Carlo Bisogni vient d'être nommé professeur ès Sciences Naturelles à l'Institut technique de Cotronè, Calabrie.

\*) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans les facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel“ les fera connaître dans le plus bref délai.



(From the Huxley Research Laboratory, Royal College of Science, London.)

## Some Points in the Spermatogenesis of Mammalia

by

**J. E. S. Moore**, A. R. C. S.

(With plates VII a. VIII.)

### Introductory.

It is now customary to regard the testicular cells of mammals as consisting of two quite distinct types, each performing its allotted role in spermatogenesis independently of the other. In the adult organ these two types are represented by the foot-cells, (supporting-cells, giant-cells, cells of Sertoli) on the one hand, and by the semeniferous elements, (or those which are either themselves directly, or through their descendants indirectly, converted into spermatozoa), on the other. The differentiation of these two kinds of cells from the elements of the undifferentiated genital ridge is believed to occur comparatively early during embryonic development, it is presumably one of the first of the changes through which these cells pass while *en route* towards the formation of the adult organ. However this may be, it is by no means easy to find any adequate authority for the belief; in fact, it seems to rest at present almost entirely on its own inherent probability, and on the apparent analogy which certain invertebrate spermatogeneses appear to offer notably those described by La Villette St. George, who showed that the mulberry-shaped masses in the spermatocytes, in types like *Blatta*, arose from a single cell, the undivided moiety of which remaining behind as an undifferentiated "cyst-cell". From these facts it is not unnatural to conclude

that the cyst-cells stand in the same relation to the cyst as do the foot-cells to the mammalian tubule.

A complete account of the histogenesis of the mammalian testis would be an immense acquisition to our knowledge, not only because it would almost certainly clear up this discrepancy, but because it would furnish the basis for a clearer conception of the reproductive cell in general.

I am personally of opinion that no wide generalizations can be arrived at in these matters (at any rate with that degree of probability which can alone make hypotheses of any practical value) until the course of development in a great number of spermatogenetic types has been followed out with modern exactitude. My own experience has taught me that the spermatogenetic process is singularly prone to variation, even as involving those very characters which any one who had confined his studies to a single type would certainly have regarded as essential. The existence of this variation brings forcibly to mind the possibility that insufficient data might lead to conclusions quite as erroneous as our knowledge of invertebrate development in general would have been, if studied only in the light of say; that of the sponges!

Unfortunately, no sufficiently complete history is at present recorded even in a single type. Nearly all the current works on mammalian spermatogenesis deal exclusively with the general phases of the process, and with the vexed question of the origin of the successive crops of semeniferous cells.

Brown<sup>1)</sup> who has given in some ways one of the best accounts we have, when speaking of the origin of the semeniferous elements, asserts that the „spore-cells“ (regenerative cells) divide probably by akinesis, one half of the resulting elements presumably remaining in the condition of the original spore-cells, and the rest, having acquired new characters, dividing by mitosis to form “growing-cells” which in turn become again divided by mitosis into small round elements, which are each individually metamorphosed into a spermatozoon.

Ebner<sup>2)</sup>, in a more elaborate treatise, arrived at substantially the

---

<sup>1)</sup> Qu. Jour., Micr. Sci. Vol. XXV. p. 343.

<sup>2)</sup> Archiv für mikr. Anat. Bd. XXXI. p. 236—289.

same conclusion, both he and Brown agree in excluding the foot-cells from any participation in spermatogenesis proper, believing them to serve some subsidiary process in connection with it, either mechanical or secretory in nature. They conclude that the spermatozoa arise from the small cells between the columns of preformed spermatozoa, and that they are successively regenerated from the primitive stock by the process just alluded to, in the course of which phenomena practically equivalent to akinesis play an important part.

My own observations on these points are fully in accord with theirs, and for the general outline of the facts and history of mammalian spermatogenesis I would refer the reader more especially to Ebner's work. Concerning the more minute features of the process, however, the recent great advances in optical power and technique have rendered it desirable, if not imperative, to revise and extend our knowledge in this direction; not only because at present we know practically very little of either the characters of the divisions or of the remarkable constituents of the successive crops of cells, but also because the recent splendid results obtained in the study of many invertebrate spermatogeneses have rendered revision necessary, in order to make comparison possible.

The first direct attempt at the systematic study of the curious accessory bodies appearing in the cells formed during course of mammalian spermatogenesis, was made by F. Hermann, who in 1889 published<sup>1)</sup> an extremely interesting paper on these appearances in mice and salamanders; although, as the author himself remarks, the work is not complete, and while more recent investigation seems to necessitate modification in the account he gave of the relation between the archoplasm and the chromatic body, his paper, to my mind, will always mark an epoch in our knowledge of minute cellular anatomy. The present essay has grown out of it, and is intended to be a preliminary contribution to a systematic study of the more minute features of vertebrate spermatogenesis, which I intend to pursue in general. Although the types examined were fairly numerous, consisting of dogs,

---

<sup>1)</sup> Archiv für mikr. Anat. Bd. XXXIV. p. 58—102.

cats, rabbits, mice, bulls, pigs, hedgehogs and men, the results have been sufficiently uniform to allow the description to be contracted, at any rate for the present, within the range of a single one. For this purpose I have chosen the rat, as it is undoubtedly one of the most generalized types, while, at the same time, it exhibits in their most acute form, individual variations which, without a sufficiently comparative study, might be, and indeed have been, taken as essential features. When occasion calls for it and other types seem better suited to my purpose, I shall make reference to the species in question, but the great mass of my descriptive matter refers entirely to the rat.

Concerning the existence of a „Reductions-Teilung“  
in Mammalla.

In mammals, as is well known, the growing cells, or those which are produced by the penultimate division of the spermatogenesis, and which on that account might not inaptly be termed *spermatocytes*, arise in the majority of cases by a division whose long axis is parallel to the surface of the tubule. This and the succeeding final divisions are generally typically mitotic, and the question naturally arises whether we are justified in regarding these penultimate and final divisions as corresponding to that of the „Reductions-Teilung“ of the invertebrata. In the closely co-incident descriptions of the Spermatogenesis in *Diaptomus* and *Grylotalpa* given by Ishikawa<sup>1)</sup> and vom Rath<sup>2)</sup>, the number of the chromosomes present in the corresponding penultimate division was double that of the cells of the ordinary somatic tissues. The effect of this division itself is to reduce this number back to the normal, and the last one occurs, according to these authors, in precisely the same manner as the „Reductions-Teilung“ or pseudomitosis described by O. Hertwig<sup>3)</sup> in *Ascaris* — i. e. by a transmigration of unsplit chromosomes into the daughter-cells.

The Arthropod spermatogenesis with which I am most intimately acquainted, (that of *Branchipus*) appears to correspond but partially

<sup>1)</sup> Jour. Sci. Coll. Imp. Univ. Tokio. Vol. V. p. 1—34.

<sup>2)</sup> Archiv für mikr. Anat. Bd. XL. p. 102—130.

<sup>3)</sup> Archiv für mikr. Anat. Bd. XXXVI. p. 1—127.

with the above<sup>1</sup>). Previous to the first reduction division the number of the chromosomes considered singly is, in this animal, certainly double that of the somatic cells, and during mitosis the number is reduced by one half. But I am not at all satisfied that any further division occurs; and whether it does or does not, there is nothing equivalent to a transference of undivided chromosomes between daughter elements.

Prior to the longitudinal division in the testis-cell of the rat, the number of its chromosomes is by no means easy to ascertain. Averages of very numerous readings of the astral figure give it as sixteen, and Hermann speaks of sixteen as normal to the mitosis of the mouse.

The longitudinal division itself is apparently homotype, while the last mitosis which converts the growing cells into what we may term spermatids is markedly hetrottype; and the number of the chromosomes, both before and after this final division is always eight.

From these considerations, I think that we are probably right in regarding the two last divisions in mammalian spermatogenesis as equivalent to the invertebrate „Reductions-Teilung“; but if so, they appear to me more nearly comparable to that described among vegetable structures by Strasburger, Guignard, and others, *because there is no such thing as a direct transmigration of chromosomes in any mammalian spermatogenesis* with which I am acquainted. The question naturally, follows (I) does the mammalian spermatogenesis stop short before this stage, and does the last division of the mammal correspond to the first reduction division of the invertebrate? or (II) is the more elaborate process of the lower type dispensed with, and is the necessary equation between the male and female nuclear conditions brought about in a more direct and a simpler fashion? Neither of these suppositions can well be brought into accordance with existing views. If the „Reductions-Teilung“, as ordinarily understood and as the appearances to which I have alluded in Branchipus seem to indicate, is not universal among invertebrates, then the equivalent mammalian phenomena correspond exactly with this (?) abnormal invertebrate type.

---

<sup>1</sup>) Cf. Qu. Jour. Micr. Sci. Vol. XXXV. p. 259.

Unless the two last divisions of mammalian spermatogenesis have nothing in common with the reduction divisions of invertebrates, which seems very unlikely, there is nothing equivalent in the higher type to the second division (theoretically the most important) as performed in the lower one. Nor is this all, for, as I shall show later, the longitudinal division can, among mammals, apparently be dispensed with. At any rate, I have not been able to satisfy myself that it is differentiated from the succeeding divisions in the dog; while in this animal the last division (i. e. that in which the sixteen chromosomes are in the rat reduced to eight) is so much modified as to present characters intermediate between karyokinesis and akinesis, in which there are no distinct chromosomes to count — yet this is the last division, the one most vitally concerned in the equation of the two pro-nuclei. Moreover, akinesis proper appears to be reintroduced between this last mitosis and the formation of the spermatozoa!

In such species as the rat, although the chromosomes of the longitudinal divisions are difficult to count, the difficulty arises from their small size and close crowding. We are quite sure that they exist as distinct chromosomes, and that the chromatin of the parent cell is halved with almost mathematical exactitude; so also in this species with the last and hetrotype division.

In dogs the first division seems to be either dispensed with, or to have become indistinguishable from the practically akinetic division of the regenerative stock; and, as I have said, the division corresponding to the beautiful hetrotype one in the rat is so reduced in its karyokinetic characters that it is quite impossible to count the chromosomes, not because of any crowding or of the small size of these bodies, but simply because they are not differentiated one from another — a fact which seems to me of very considerable theoretical importance, since, in consequence of the chromatin not being cleanly divided, we are *not* sure that it is accurately distributed between the daughter elements. Is it however possible to imagine that although the chromatin is apparently confused, a real numerical although invisible, identity of the chromosomes remains?

There is certainly less evidence to justify this view than there



is that of the "identity of the chromosomes" during the resting condition of the cell in general. This last supposition has been completely rejected by O. Hertwig<sup>1)</sup> on precisely the same grounds which militate against the belief in a definite number of chromosomes in these confused mammalian mitoses. The foregoing are however not all the difficulties which have to be faced, if belief in the potential existence of chromosomes in the cells in question is to be maintained: because it is not here a question of the disappearance of a definite number of chromosomes in the reticulæ of daughter elements, but of the non-forthcoming of any definite number, even in those very mitoses in which, if these phenomena have any very close relation to hereditary transmission, we might reasonably expect to find it.

In many mammals there is not a really good mitosis, i. e. one in which we can count the chromosomes, from beginning to end of the whole spermatogenetic process; and, as I show later, radically akinetic division can be apparently indiscriminately introduced at any period.

Is it then to be supposed that some hypothetical numerical division into chromosomes exists, so to speak, potentially (for it does not exist actually) in these figures, simply because otherwise they do not fit in with certain hypotheses, deduced from the study of species in which the chromatin is separated into distinct chromosomes with almost mathematical exactitude? All that can be fairly said is that the cells in question have lost some of their karyokinetic characters. This *mitotic degeneration* is, as I shall show, a marked feature in the whole range of mammalian spermatogenesis, sometimes occurring in one phase and sometimes in another, in an apparently capricious and indefinite way. I have as yet not examined any marsupial testes; but, roughly speaking, with respect to those of the placentalia which have come under my notice, there seems to be a progressive development of this degeneration phenomenon. The particular appearance relating to the last division to which I have just referred is probably really nothing new. In the accounts given by Boveri,<sup>2)</sup> Hertwig, Ishikawa, and more

---

<sup>1)</sup> loc. cit. (p. 132).

<sup>2)</sup> „Zellenstudien“, Jenaische Zeitschrift. Bd. XXIV. p. 314.

especially in a recent publication by Julin<sup>1)</sup> on the spermat- and ovo-genesis in *Styelopsis grossularia*, we find that the extrusion of the polar bodies from the ovum (or the corresponding divisions in the generation of the male element) is brought about by two successive mitoses, or "pseudo-mitoses", in which, as Julin says, the achromatic spindle is apparently wanting, and in which centrosomes are absent.

The complete manifestation of karyokinesis is thus not essential to the reduction of the supposed superfluous hereditary substance, or whatever the extrusion of the polar bodies may represent, in connection with the primary equation of the male and female nuclei; and it follows therefore that the same interpretation can be put on such phenomena as the degenerate mitoses in the mammalian spermatogenesis which I have just described.

#### The origin of the spermatocytes.

The nuclei of the elements which have become differentiated from the primitive stock, and which may be said to represent the spermatogones, become very chromatic and show numerous condensations of chromatin over their circumference.

The longitudinal division (Fig. 1) itself is not very easy to catch. When found, the chromosomes are long and slender, and so crowded that their number, sixteen, can only be deduced on the average of many readings. Previous to the longitudinal division there does not appear to be any archoplasm in the spermatogones, its absence being probably connected with their previously akinetic mode of fission; the daughter elements which arise by their longitudinal division constitute the she nuclei of the young growing cells of Brown, and I see no vital objection to the use of the term "spermatocytes" when speaking of these elements (Figs. 2, 3).

In the rat, the whole spermatogenesis may be separated by the longitudinal and the heterotype mitoses into three periods; one, relating to the growth and akinetic multiplication of the spore-cells, and terminated by the longitudinal division; another, constituted by the

---

<sup>1)</sup> Bull. Sci. de la France et de la Belgique. Tom. XXV. p. 1—60.

growth and division of the spermatocytes, and terminated by the hetro-type division; and a third, formed by the conversion of the daughter elements (which we may term *spermatids*) directly into the spermatozoa.

In the dog, I am not sure whether the longitudinal division exists; it may of course have become so modified as to be indistinguishable from the preceding akineses, but whether this is so or not, it follows that the division into three periods, although convenient, is not universally applicable to all mammals. In whatever manner the spermatocytes may have arisen, their nuclei are at first exceedingly chromatic, the chromatin being, aggregated into a close network of thick fibres, while at one side there usually lies the prominent nucleolus described and figured by Hermann.

#### General consideration of the attraction sphere.

As soon as the long pro-phases of the final karyokineses set in among the spermatocytes, and often long before, their cell bodies present a well marked and slightly staining archoplasm. This structure in the rat, as in other mammals, appears to be derived from a coalescence of the spindle fibres of the previous division, i. e. it bears the same relation to the spindle fibres as the great *Nebenkern* described by Platner in the spermatocytes of *Helix*.

A short time ago I found<sup>1)</sup> the immense archoplasm of the cells of the genital ridge of the larval salamander to have a similar origin, and I then ventured to predict that wherever the archoplasm existed at all, Platner's remark that<sup>2)</sup> „zwischen Knäuelgerüst, Spindelfasern und *Nebenkern*, ein genetischer Zusammenhang existirt“ would be of universal application.

At the time I wrote I supposed the centering of the spindle or rather intrazonal fibres about the intermediate body, occasionally seen in the undifferentiated genital ridge of the Salamander, to be the rule rather than the exception. Dr. Meves has since most kindly drawn my attention to some later and more elaborate results of his own,

<sup>1)</sup> Cf. Qu. Jour. Micros. Sci. Vol. XXXIV. p. 181—196.

<sup>2)</sup> Archiv für mikr. Anat. Bd. XXVI. p. 604.

which have convinced me that this centering of the fibres about an intermediate body is the exception rather than the rule. The existence or non-existence of the body named, however, in no way affects the view I put forward, that the Nebenkern (archoplasm) of the salamander is derived, as it undoubtedly is, from a partial or complete fusion of intrazonal fibers.

Quite recently Meves has published <sup>1)</sup> a more minute account of the general history of this structure; and his results, with respect to its origin among the intrazonal spindle fibres of the previous division, will be found to approximately accord with my own. Still later, Field has found the Nebenkern (archoplasm) to arise in the same way during the spermatogenesis of the Echinoderms, so that I think we are now fairly justified in assuming that wherever the archoplasm exists it is always the derivative of the preceding spindle fibres.

From other and more general considerations F. Hermann had previously homologised the Nebenkern of the salamander's spermatocyte, not only with the „Nebenkern“ described by Platner, but with the “sphere-attractive” which Van Beneden and Neyt described <sup>2)</sup> in connection with the fertilization of the eggs of *Ascaris*; these structures thus become equivalent to one another, and it is in the acknowledgment of their mutual equivalence that the extension of Hermann's adopted term “archoplasm” indifferently to them all, finds its justification. The discovery of the similar mode of origin of the mammalian Nebenkern would seem to justify the extension of the term archoplasm to this structure also; but in its case certain difficulties arise. The archoplasm (sphere-attractive as originally described) contains within its substance the well known “polar corpuscles” or centrosomes. These structures form the archoplasmic centre during both the period of dynamical disturbance relating to mitosis and of the resting condition of the cell; in fact, the archoplasm becomes divided into two separate masses, the spindle being a comparatively insignificant intervening structure. The centrosomes are also centrally disposed with respect to

---

<sup>1)</sup> Ueber eine Art der Entstehung ringförmiger Kerne und die bei ihnen zu beobachtenden Gestalten und Lagen der Attractionssphäre. Inaug.-Diss. Kiel 1893.

<sup>2)</sup> Bull. Acad. Roy. Belg. Ser. 3. T. XIV. No. 8. 1887.

the archoplasm (when at rest) in Amphibia, in *Helix*, and presumably in Echinoderms<sup>1</sup>); but within the Nebenkern of the rat's spermatocytes, no centrosomes are to be found. Successfully stained preparations however show, during the resting condition and the prophase of the ensuing mitosis, two small and individually duplicated structures, looking very like a pair of micrococci dumb-bells, and lying quite outside the archoplasm (Nebenkern) (Figs. 2, 3 *c*), generally between it and the nucleus.

The appearance of these bodies is so peculiar that I have reproduced the relations observed in two photographs (Figs. 35, 36). The elongated spermatocyte (Fig. 36) shows in the upper portion of its cytoplasm (to the right in figure) the conspicuous chromatic body of Hermann; a little lower (to the left in figure) is seen the dusky archoplasm (Nebenkern), a while to the left (below), and between it and the nucleus, are seen the bodies in question *c*. In the photograph they appear single, the lower being eclipsed by the higher one. In Fig. 35 the chromatic body is not included in the optical section, but the dusky Nebenkern is seen in the tapering mass of cytoplasm below the nucleus (to left in figure); while above it, and to the right there lies the same structure as in Fig. 35 *c*; it appears V-shaped, but is seen to be in reality made up of two rather long halves, applied together at a wide angle. In the early phases of development there seems to be only one of these V's, but as the process advances the two halves separate from one another, and each becomes in like manner broken-backed. By focussing up and down we can see that there are two. During the differentiation of the chromosomes, and towards the disappearance of the nuclear membrane, these V-shaped bodies become further and further separated (Figs. 4, 5 *c*) until, simultaneously with an apparent break-down in the nuclear periphery, they acquire a radial connection with the liberated chromosomes in the surrounding cytoplasm, assuming the usual characters of centrosomes in relation to the spindle figure (Fig. 6).

From these appearances we must conclude that the V-shaped

---

<sup>1</sup>) Cf. F. Field, *Anat. Anz.* Bd. VIII. 1893. p. 487—493.

bodies in the spermatocytes really represent the centrosomes, but both at the period I have described and throughout the subsequent phases of division they are quite outside the archoplasm originally present, and never become related to it, nor are, the spindle fibres formed out of this archoplasm, as I shall show.

I have unfortunately not been able to extend these observations with anything like the same degree of certainty to mammals other than the rat; from what I have seen however, I am inclined to believe that this extra-archoplasmic condition of the centrosomes obtains in some and not in others. However this may be, it is seen that in the spermatocytes the centrosomes need not be related to the archoplasm of the cell, except when they occupy one of the apices of the spindle figure. After the separation of the spermatocytes they lose connection with the existing archoplasm, although this structure remains as one of the most conspicuous features of the cell. If we did not know the mode of origin of the archoplasmic mass in these spermatocytes, the non-inclusion of the centrosomes would furnish good ground for doubting the application of the term archoplasm to their *Nebenkern*, since in this that structure differs from the archoplasm (sphere-attractive) of those types in the description of which, the term arose. We know however that in Echinoderms, Amphibians, and Pulmonates, the archoplasm is derived by a coalescence of the spindle fibres; and its general relations to the centrosomes and spindle figure in all these types preclude any possibility of doubt that it is, in them, equivalent to the structure originally described in *Ascaris* by the synonymous terms of Archoplasm and attraction-sphere. Therefore, I think we cannot help regarding the mass produced out of the spindle fibres of the mammalian spermatocyte as also equivalent to the archoplasm; and we may amend the expression, by terming it the *archoplasmic portion* of the attraction sphere, reserving the latter term for the sum total of all the structures ever included under that head. Accordingly, in the spermatogenesis of the rat the sphere appears to be divided into two parts; one made up of nothing but the residual spindle-fibres (archoplasm), and another containing nothing but the centrosomes. Some such modification of the current terminology becomes almost necessary; because, from what

we have seen, the term attraction sphere does not merely pre-suppose an archoplasm, nor does the term archoplasm necessarily imply the existence of a centrosome; but the manifestations of attractions and repulsions during mitosis are always supposed to be related to a centrosome or centrosomes, and it follows that to call an archoplasm without a centrosome an attraction sphere would be well nigh an absurdity.

During rest then, and at the termination of the long prophase, the centrosomes and the archoplasm in the spermatocytes of the rat are quite separate from one another. *The centrosomes divaricate and assume their usual position at the poles of the growing spindle (Figs. 3, 4, 5), while the archoplasm remains an inactive structure in the body of the cell.* What becomes of it? In the papers to which I have already alluded, Van Beneden and Boveri figure the structure as dividing, a fairly large portion presumably with a contained centrosome passing into each new cell. Nothing of the kind occurs in the rat; the great irregular archoplasm remains in some position quite outside the seat of dynamical change (Fig. 3, 4*a*) accompanying division; and, as the metamorphosis proceeds, it becomes less and less conspicuous, until, at about the time when the chromosomes are collected at the equatorial plane, it is nowhere to be found (Fig. 6) — in other words, *the archoplasm is re-absorbed into the cytoplasm: and for a short time after this the cells contain no archoplasmic body, the centrosomes lying at the ends of a spindle figure, whose fibres have been formed afresh from the surrounding cyto- and possibly nucleo-plasm.* When the division is completed these new fibres again collect as archoplasmic masses (Fig. 10) in the daughter-cells (i. e., the spermatids). It follows, therefore, that in the rat the archoplasm has only a potential relationship with the centrosomes, and that it is connected with them only when it exists as the spindle fibres, or when, strictly speaking, it is not an archoplasm at all.

Its re-absorption into the cytoplasm during the formation of a fresh crop of spindle fibres suggests that it cannot be very distinct from that substance; and this fact incidentally strengthens the opinion now gaining ground that the spindle is often of cytoplasmic origin.

Prior to the final onset of mitosis in the rat's spermatocytes there is beside the nucleus, and often closely applied to its circumference, a small, irregular, refractive body (or group of bodies) similar, or nearly so, in reactive capacity to the archoplasm (Fig. 3 *a*), quite constant in appearance, and thus to be perhaps looked upon as an organ of the cell. Of the significance and history of this structure (or these structures) I know nothing; since they disappear as mysteriously as they come during the course of mitosis, and are not reformed in the spermatids. I propose to term this body the *Lesser Nebenkern*.<sup>1)</sup>

#### Division of the spermatocytes.

The nuclei of the spermatocytes, when first formed, are intensely chromatic, but as development proceeds the close network of chromatin gradually gives place to a ragged scaffolding of stainable material, and this, when subjected to the action of differentiating dyes, shows a distinct separation into at least two constituents. One of these stains darkly with the essentially nuclear coloration, the other takes more conspicuously the cytoplasmic stain (Fig. 2). Comparison of the successive stages in the development of the spermatocytes always shows that the affinity of their nuclei for stains that are essentially nuclear is inversely proportional to their progress in development, and this phenomenon is manifest up to the formation of the final chromosomes. During the later stages of their growth a relatively small, but growing and intensely chromatic, particle makes its appearance in the cytoplasm (Figs. 2, 3 *b c*). When sections containing cells in the appropriate conditions are treated with a mixture of Fuchsin and Methyl-green, and the double stain thus produced is washed out with a solution of Orange G., the chromatic particle assumes the bright red coloration represented in the figures, and is by far the most brilliantly coloured object in the field. There can be no doubt that this body is the *chromatic body* described by Hermann in the testes of the mouse, and which he supposed to be a dismembered portion of the *Nebenkern*.

<sup>1)</sup> I should have simply adopted the name *Nebenkern*, as this term, in the German literature, stands as a refuge for structures destitute of homology, but for the fact that the archoplasm, the best known *Nebenkern*, has taken it to itself in much of the more recent literature.



Personally, I do not think this interpretation to be at all correct, for the figures show that it neither arises in conjunction with, nor by the same process as, the *Nebenkern* (archoplasm) which at the same time exists in the cell. Of the exact mode of origin of *this particular* chromatic body I can say no more than that it will probably prove to be closely analogous to that of precisely similar masses described on page 149. In passing, I would, however, draw attention to a fact connected with these chromatic bodies in general — viz, *that there is always a certain inverse ratio between their growth and size and the stainability of the nucleus as a whole.*

The spermatocytes when ripe for division contain, then, as in Fig. 3, besides their nucleus and the *Lesser Nebenkern*, the *archoplasmic portion of the attraction sphere* (*a*), separated from the *centrosomes* (*c*), which usually lie between it and the nucleus, and a *chromatic body* (*b*, *c*).

The spirem figure of these cells is a loosely coiled and twisted thread-work, the individual fibres of which show a disposition to become arranged parallel with respect to one another; and I think we must regard the double rows thus produced (cf. Hermann's figures) as expressive of a potential longitudinal division of the chromosomes (Fig. 2), but at no time is there any indication of a splitting of solid rods. This parallel disposition of the chromatin bands becomes more and more apparent, by a continual aggregation of microsomes along the two approaching axes (cf. Figs. 2, 3). As development proceeds the irregular number of long double coils produced (Fig. 2) become gradually thickened, and eventually separate into eight dense masses (Fig. 3), the formation of these eight chromatic loops being presumably brought about by the fusion at determinate positions of the irregular pre-formed double threads. I have discovered no such radial disposition of the chromosomes with respect to the nucleolus as is described by Julin; but there is a somewhat similar arrangement in the achromatic radiations appearing round the chromosomes, to that which Rückert has likened<sup>1)</sup> to a bottle-brush ("goupillon") and to which Julin draws attention, in relation to the chromosomes of Ascidians.

<sup>1)</sup> Anat. Anz. Bd. VII. 1892. p. 107.

The nucleolus *nc'* sometimes appears to be connected in some way with the formation of a part of one of these, or at any rate it seems to become blended with one of the eight chromatic masses. I think it probable however that the great mass of this structure is absorbed into the cytoplasm. It is generally supposed that the nucleolus is genetically different from the remaining nuclear constituents, and in vegetable histology the opinion has led up to the conception that the nucleolus has little if any connection with the ordinary chromatic elements, but this I very much doubt.<sup>1)</sup> Julin in the above-cited treatise has homologised <sup>2)</sup> the nucleolus of *Ovogie* with the macro-nucleolus of the *Ciliata*, and that of the spermatogonie with the ordinary centrosome. However this may be, I am personally unable to find any greater differences than those produced by transitory physical causes, between the nucleolus of the mammalian spermatocyte and the chromosomes. The structure appears to originate as an anastomosis of the fine chromatic reticulæ, and to persist late into the prophase of the division merely by virtue of its greater condensation. This condensation I believe to be the sole cause of the difference in staining capacity which it certainly exhibits during the latter part of its existence (I refer only to the nucleolus of the rat).

Each of the eight chromatic condensations or chromosomes, when closely examined, is seen to be a loosely aggregated loop (Fig. 3) whose staining material is present in the form of innumerable microsomes. These microsomes are apparently suspended in a hyaline non-staining substance, fine strands of which stretch from chromosome to chromosome, producing the „goupillon“ appearance; and on these slender tracts odd microsomes are often found, as if they had been caught while gradually collecting into differentiated areas already occupied by the growing chromosomes. As the phase approaches its completion, the nuclear membrane appears rather rapidly to give way, the chromatic loops being shot outh with more or less suddenness and force. The rapidity with which these changes take place renders cells presenting

---

<sup>1)</sup> See Zimmermann, Privatdozent der Botanik, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. Tübingen. Band II. Heft 1.

<sup>2)</sup> Loc. cit. p. 36.

them particularly difficult to find. In such an element as (Fig. 5) however, the whole original contour of the nucleus may still be seen as a light space in the cytoplasm, while the chromatic loops lie in an irregular heap about the centrosomes (*c*). By the continued divarication of the centrosomes, the spindle figure now gradually forms, the chromatic loops withdrawing to the equatorial region of the cell, until, at last, they stand stiffly out at right angles to the spindle axis (Fig. 6).

Very soon however they begin to be crushed down and flattened out along the surface of the spindle (Fig. 7, 8), going through the usual heterotype metamorphosis, until the long closed loops finally divide in the equatorial plane, first on one side and then on the other, the V-shaped daughter chromosomes collecting about the centrosomes to form the daughter nuclei (Figs. 7, 8, 9, 34).

I have not observed the chromatic V's to become individually duplicated at the close of the spindle figure, the tightly coiled mass which they form rapidly passes, by disintegration and anastomosis of the individual fibres, into a fine and intensely chromatic reticulum, peculiarly characteristic of the spermatids when first formed.

### The centrosome.

In a recent article in the American Journal of Morphology Watasé makes<sup>1)</sup> an interesting attempt to theoretically solve the homologies of the centrosomes, by supposing them to be simply accentuated cytomicrosomes. While formulating the premises from which he arrives at this conclusion, he assumes the staining capacity of the centrosomes to be that of the chromatin or the microsomes; but unfortunately I do not think that my own observations, any more than those of other recent investigators (notably of Julin), can be brought into accord with this view. The first and obvious objection lies in the extreme difficulty with which centrosomes can be got to take a stain at all. If centrosomes in general were of the same stuff as the chromatin (microsomes) they ought to be best differentiated by purely nuclear stains, and a colour like methylene violet, which gives perhaps the most beautiful

<sup>1)</sup> Homology of the Centrosome. Loc. cit. Vol. VIII. p. 433—443.

nuclear figures of all, should answer every purpose. Unfortunately, this substance is quite incapable of differentiating the centrosomes in the tissues of the rat, either by itself or in any combination that I can devise. Ordinary Fuchsin has very little power over the centrosomes in the testes of Nematodes, although it brings out the archoplasm and chromatin as strongly as one could wish; — Acid Fuchsin on the other hand stains them readily enough, as the brilliant investigations of O. Hertwig will show.

Again, in the case of mammals, we get the best nuclear figures with methylene violet and safranin, but it is quite impossible with these stains alone to demonstrate the centrosomes with any degree of certainty. If, however, we stain the tissues with ordinary Fuchsin and then wash out the diffuse coloration produced with Orange G., the centrosomes are left as clear red bodies at the apices of the spindle figure (Fig. 6 c); and finally, if the centrosomes have the same staining capacity as the nuclear microsomes, why was it necessary for Flemming to devise <sup>1)</sup> a complicated treatment involving the action of Orange on the joint effect produced by safranin and gentian violet, when either of the two latter would give infinitely better figures?

We may of course say that the difference between the staining capacity of the centrosomes is due to "a difference in physical state"; but if we do, we are treading on very shaky ground — since most of the substances at present recognised in cells are differentiated solely by their different action when subjected to such micro-chemical agents. <sup>2)</sup>

These facts and considerations debar me from accepting the idea, at any rate for the present, that the centrosomes are merely accentuated microsomes. Although, when stained, they appear very much the same colour as the chromosomes, they evidently lack something either in substance or in texture when compared with the microsomes, otherwise they would always stain with the simple nuclear stains.

---

<sup>1)</sup> Archiv für Mikr. Anat. Bd. XXXVII. p. 686, Footnote.

<sup>2)</sup> It may be here remarked that Jülin's results seem to have led him to the conclusion that the centrosomes have the same micro-chemical reactions as the para-nuclein.

The enquiry however need not end here. I have personally more than once, when examining the general characteristics of the centrosomes in comparison with those of the surrounding cyto-microsomes, experienced a sensation of panic, lest these apparently important structures should lose their individual identity; and it is very probable that the Japanese enquirer had some such experience in mind when he put forward the ingenious hypothesis that the microsomes, cyto-microsomes and centrosomes are one and the same thing. It appears to me that this whole question may turn on one point, viz. whether the microsomes and the cyto-microsomes are really similar. If it is true that the microsomes in their totality represent the hereditary substance of the cell, one would hardly think it probable.

In November of last year, through the kindness of my friend Mr. H. M. Bernard, I came into possession of some male Branchipus, in which the divisional phenomena of spermatogenesis, interesting in themselves, bear so directly on this very question of the homology of the centrosomes, that I need no excuse for briefly reverting to them here. The cells in question have a fine reticulate appearance, both within and without the nucleus. The meshes of this reticulum are much the same size in both localities, but the stain was almost entirely selected by the fibres which form the network, so that the nucleus must either contain more staining material, or the microsomes and cytosomes must be of a different nature. It is very probable that both these causes operate in producing the effect. Just exterior to the nucleus there are usually to be found from four to eight dusky bodies, anyone of which might be taken for a centrosome. When carefully examined they appear to be neither more nor less than larger angular spaces left between the constituent globules of a "schaumplasm", and for the sake of clearness I termed these bodies pseudosomes.<sup>1)</sup>

As metamorphosis proceeds the fine chromatic reticulum of the nucleus becomes collected into ten dumb-bell shaped chromosomes, while the clear nucleoplasm between seems to fuse with the corre-

---

<sup>1)</sup> Cf. Qu. Jour. Micr. Sci. Vol. XXXV. p. 263.

sponding plasma of the exterior network. The intersectional spaces of this slightly staining cytoplasmic network become consequently increased in size, and appear as innumerable little bodies on the outskirts of the fusion. As the process proceeds they grow in size and decrease in number, ultimately becoming indistinguishable from the pre-existing pseudosomes. I have termed these bodies *dictyosomes*. Both the pseudosomes and the dictyosomes are intimately bound up with the formation of the spindle figure, the only difference between the two being that the former arrive at conspicuous dimensions before the latter. From the figures I obtained, there can be little doubt that a fusion of these dictyosomes and pseudosomes helps to build up the relatively colossal size of two bodies which ultimately occupy the position of centrosomes at the apices of the spindle figure; and it appears that these "centrosomes" originate (i. e. in *Branchipus*) in six or eight pseudosomes, with the cooperation of some of the dictyosomes.

As Flemming has remarked, mitosis is not a mere change of parts in the cell, the whole protoplasmic contents undergo profound changes in their refractive and other properties — „Die in Mitose begriffenen Zellen sehen an solchen Objecten aus, wie von einem dunklen Lack durchsetzt“. <sup>1)</sup>

The marked granulation of the cytoplasm which accompanies the final stages of mitosis in so many cells, is, I believe, a less accentuated expression of the same phenomena which produce the dictyosomes in *Branchipus*. In this animal, the process of granulation of the cytoplasm is extreme; and, as a type of mitotic change, these cells are singularly interesting. They show the enlargement of the reticulum of the nucleus into a number of chromosomes, to which the pseudosomes are at first related as a *plurality* of centrosomes. These ultimately fuse to form the two bodies normal to mitosis. They show, further, that a process similar to the formation of the chromosomes operates in the cytoplasm without, and ultimately produces a limited number of dictyosomes. These dictyosomes are to the cytoplasm, as the chromosomes are to the nucleoplasm, viz. the condensed remains of an initial

---

<sup>1)</sup> Archiv für Mikr. Anat. Bd. XXXVII. p. 700.

network or „schaumplasm“. The dictyosomes may then be looked upon as the condensed staining material of the cytoplasm, just as the chromosomes are the condensed staining material of the nucleus, when considered as a whole. And it appears, further, that the dictyosomes are directly related to the formation or increase the centrosomes in Branchipus, and lastly, that the *cytosomes* if I may coin a term, out of which these dictyosomes are built have not quite the same micro-chemical properties as the microsomes, but rather those of the centrosomes, as indeed from their relation to these bodies we might have been led to expect. Reserving this distinction between cytosomes and microsomes I see no reason to reject, and a good deal to support, the supposition that the centrosomes are accentuated cytosomes.<sup>1)</sup> In this light, the whole subject of the centrosomes becomes freshly interesting and attractive, but I prefer to leave possible conclusions open, being convinced that, for the present, further speculation from these data would be premature.

#### The conversion of the spermatids into the spermatozoa.

When freshly formed the spermatid nuclei are, as I have already stated, intensely sensitive to nuclear stains. A careful survey of the cell a short time after its formation shows, besides the nucleus and the collected intrazonal spindle-fibres forming the spermatid archoplasm (Figs. 9, 11, 14*a*), one or two small granules outside the nucleus, which stain as sharply as the chromatin within it (Figs. 12, 13, 14*b c'*).

As the cells grow older, the threads of the chromatic reticulum of the nucleus (into which the chromatic V's degenerate) begin to show a monilated appearance. This becomes more marked until there are many free chromatic granules, (large microsomes), within the nuclear confines (Fig. 12, 13, 14, 15).

In all such cases it is seen that similar granules exist in the cell outside the nucleus, *b c'*, and lie free in the cell body, while in the most fortunate preparations the cells appear to have been killed while the granules were *en route* from the nucleus to the cytoplasm

<sup>1)</sup> If this be so, we have to explain the appearance of the radiation which centrosomes exhibit on some other ground than that of simple attraction.

(Figs. 12, 13, 14 *cb'*). It is moreover not difficult to find cells which show these extra-nuclear chromatic particles in various stages of grouping, from one of diffusion throughout the cytoplasm to one of formation of a localized clump beside the nucleus (Figs. 13, 14, 19, 20, 21 *cb'*). The condensation thus produced continues to augment until it ultimately appears as one large chromatic mass, in whose vicinity one or two unfused chromatic particles may still remain (Figs. 13, 14, 16, 19 *bc*). These changes seem to occur very quickly, and it is consequently, difficult to obtain cells which show the actual transmigration of chromatin from the nucleus.

If such figures as I have been able to collect are compared together it will be seen that, roughly speaking, there is an inverse ratio between the stainability of the nucleus as a whole, and the size and condensation of the extra nuclear chromatic mass which has (Figs. 12, 13, 14, 15 *bc*) apparently passed from it. This extra-nuclear *chromatic body* is a large and conspicuous object in the spermatids of the rat; indeed, in sections treated by the Fuchsin and Orange method, it is by far the most intensely coloured object in the cell; and consequently, the inverse ratio in the stainability referred to is very marked indeed, — greatly more so than in relation to the chromatic body of the previous cellular generation. If however we turn to other forms (ex. the dog and cat) it will be seen that the chromatic body of the corresponding generation presents, in comparison, a marked reduction in size; indeed, variation of its characters seems to have been noted by Benda in a short publication, „Ueber die Histiogenese des Sauropsidenspermatozoons“ (Verhandlung d. Anat. Gesellschaft. 1892. Bd. VI). But we find also that, in different species, the inverse ratio between the stainability of the nucleus and the chromatic body varies proportionately to the size of the latter; this seems quite capricious in its appearance and dimensions, similarity of character having little to do with the mutual relationship of species. It would be quite easy to arrange a series, beginning with rats and mice, passing, through forms in which it becomes less and less conspicuous, to types like men and bulls, in which I have not always been able to satisfy myself of its existence.



From these facts, it would appear hardly contestable that the extra nuclear chromatic mass, seen in the spermatogenesis of many mammals, is produced by the direct transference of small nuclear granules to the cell body; but the extreme variability of this chromatic body in a group so highly organized as the mammalia, suggests that it cannot be in any way essential to the formation of the sexual elements, and that it probably serves some adaptive purpose.

For a short time the spermatids retain, unchanged, the characters just described, i. e. they contain a pale de-chromatised nucleus, a chromatic body and an archoplasm. But as soon as the disturbances produced during mitosis (which, for the time being, obscure the centrosomes in a thick granulation) have subsided, bodies having all the appearance of resting centrosomes reappear beside the nucleus<sup>1)</sup> (Figs. 15, 16, 21, 23) and for a short time continue to grow more distinct.

I have so far been unable to detect these bodies with certainty at the same stage only in mammals other than the rat. In dogs, the spermatids, at a period obviously corresponding to the one which I have just described, show numerous groups of three, four, or even five nuclei, in the same irregular mass of cytoplasm. These multi-nucleate

---

<sup>1)</sup> The occurrence of this chromatic transfiguration in the spermatids will be of considerable theoretical interest to many, as it is just the method by which Weismann supposed the nucleus to transmit its successive „ids“ of germplasm, to work their corresponding metamorphosis in the cell. And, to say the least, it is curious that the exodus occurs just at the beginning of the direct metamorphosis of the cells into spermatozoa.

The more closely we look however, the less certain does it appear that this change is wrought by the presence of the microsomata or „ids“ in the cell at large. For example, there is every reason to believe that the lengthening out of the body of the spermatid (one of the most marked features of its conversion) is primarily due to increasing pressure in the tubule. So also, the disintegration of the great mass of cytoplasm, which, together with the Residual Archoplasm, constitutes the residual corpuscle, gives all the appearance of being brought about by insufficiency of nutrition, in virtue of its position. Again, there is much to support the view that the more or less symmetrical arrangement of the centrosomes, chromatic bodies, and residual archoplasm, about the axial thread of the tail, is also an outcome of lateral pressure; and there is nothing to show that the coalesced microsomata of the chromatic body influence these in any way. In fact, it would be quite as legitimate to turn the tables, and suppose that the residual archoplasm may itself induce the symmetrical arrangement of the chromatic bodies about the axis of the tail.

masses are by no means uncommon throughout mammalian and other spermatogeneses. *In dogs there is not the slightest doubt that they result from repeated a kinetic division of the nucleus.* I have represented stages of this process in Fig. 30, 31; theoretically, it seems to have a great deal of importance, but I reserve the discussion of the subject for a later paragraph.

The immediate effect of the foregoing process is to increase the number of the spermatozoa ultimately formed (for each of the elements thus produced is directly converted into a spermatozoon in the ordinary way, as if nothing unusual had happened). As will be seen from the figures, the cytoplasm in the multinucleate cell shows a marked condensation between and around the nuclei (Figs. 30, 31, 33). From the general relationships and appearance of this condensed mass, and for more special reasons of which I shall speak immediately, there can be no doubt that it represents the joint archoplasm of the several nuclei. It is moreover curious to note that in these akinetically dividing elements, *the archoplasm loses its definite spheroidal form, and becomes a relatively large granular mass, applied to the nuclei,* in the same way as the granular archoplasm described by Meves, in relation to the akinetic division witnessed in the adult salamandar's testis. Since writing the above I have become convinced that the bodies represented in Fig. 33 *c* are the centrosomes. I have unfortunately not yet been able to satisfy myself of the presence of centrosomes, although I think it probable that certain structures observed will eventually turn out to represent them. The chromatic body is distinctly represented by either a group or isolated groups of bodies, often incorporated within the archoplasmic mass (Fig. 33 *b c*). *In the corresponding stage of the rat's spermatogenesis, I have been quite unable to detect a kinesis at any time,* although there are certain indications of such a process in the preceding generation of cells. At any rate, we find the nuclei of these elements often duplicated in the same cell, and both Brown and Ebner seem to have noticed this condition in the nuclei of the growing cells. Of course this multinucleate condition is often produced and pure kynetic division. *These considerations seem to show that akinesis can be produced apparently any where during the course of*

*mammalian spermatogenesis, without in the least affecting the hereditary qualification of the resulting elements.*

At or about the period we have been discussing, the nuclei of the spermatids in the rat show an ever increasing tendency to become pointed, always on that side of the cell which looks towards the lumen of the tubule (Figs. 15, 20). This little point becomes quite sharp, and an excessively small body (*cc*) is, eventually, apparently extruded through the nuclear membrane; it is of not more than the fifty- to the sixty-thousandth of an inch in diameter, it has an extremely sharp contour and stains apparently like the intranuclear mikrosomes. Concomitantly with its appearance, there is seen, stretching away from the little body across the cytoplasm of the cell and always in the direction of the lumen of the tubule, an excessively faint band, which later projects beyond the circumference of the cell and forms the embryonic tail of the spermatozoon.

Fairly concurrently with these appearances during the formation of the tail, and often a little before them, the archoplasm enters upon an extraordinary metamorphosis, which has been briefly described by Benda, in the paper to which I have referred. The exact period at which this change occurs is by no means constant, but it always comes on when the existing crops of spermatozoa have assumed their characteristically elongated form, and when their still adherent residual corpuscles project, together with their tails, into the lumen of the tubule.

At this period, the spermatids are more or less rounded bodies, crushed into the narrow spaces between the columns of spermatozoa. The archoplasm of these elements is a more or less triangular well-marked body, with its broad base tending to sit cap-wise on the surface of the nucleus. Up to the time in question it presents (even when viewed with the highest powers) nothing but a finely fibrous or granular texture; but suddenly (and almost, though not quite, simultaneously in every cell) the archoplasm Fig. 17 *a* is seen to become filled with minute clear globules. At first they appear numerous, often reaching a total of thirty or forty, and extremely small; as time goes on, however, they are seen to be rapidly increasing in size and diminishing in number. In other words, their growth is caused by a

*process of fusion between the individual globules* in the cloud it first produced. The centre of each globule presents a small dark particle (Fig. 17), and it is probable that these particles exist from the very first — because, so soon as they come into view, they continue to grow in proportion to the globules that contain them. As the size of these globules augments and their number decreases, they assume the appearance of small vesicles, each with an enclosed dark body, the whole archoplasm at last becoming like a mulberry, studded with warts. I propose to call the globules from their first appearance *archoplasmic vesicles* and their contained bodies *archosomes* (*as*).<sup>9</sup>

The process of fusion continuing among the vesicles, there is left at last but one large vesicle and one large archosome (Figs. 18, 19). The undifferentiated portion of the archoplasm (that which remained between the globules during their formation) is now seen to be collected on the exterior of the archoplasmic vesicle, i. e. on the side remote from the nucleus. At first sight the cells appear to have an archoplasm which is now quite detached from the nuclear membrane, but on closer investigation, the intervening space is seen to be occupied by the archoplasmic vesicle and archosome.

The apparent detachment of the archoplasmic remains from the nucleus ultimately becomes a real one. The residual mass, which I propose to term the *residual archoplasm*, wanders back into the cell body, where it ultimately becomes definitely oriented with respect to the tail and certain structures which I shall describe (Figs. 22, 24, 25). The archosome sometimes appears to be in connection with the residual archoplasm, long after the separation of the residual archoplasm from the nucleus has become practically complete (Fig. 9). The subsequent behaviour of the archoplasmic vesicle seems to be somewhat different in different types. In the rat, the structure almost disappears (Figs. 21, 24, 25) leaving the archosome as a little wart on the nuclear circumference (Figs. 20, 21 *as*), which flattens out into a sort of expanded "cephalic cap" upon that part of the nucleus which ultimately becomes the extreme point of the spermatozoan head.

In the rabbit, the vesicle persists much longer, its inner wall becoming closely applied to the nucleus; and, as development proceeds

the elongating nucleus, pushing its way into the vesicular fluid, carries the archosome at its apex. The vesicular "double jacket" thus formed seems to persist, with its contained fluid, even up to maturation (Fig. 29). In dogs and cats, the archoplasmic vesicle seems also to exist as an exterior cephalic jacket, in relation to the nearly mature spermatozoon, the archosome projecting from the extremity of the nucleus into the vesicular fluid. A closely similar archoplasmic metamorphosis during the development of the spermatid occurs in all mammals which I have examined; indeed, it forms one of the most constant features throughout the whole change. The rudiments of the process were figured by Brown, and it is more fully dealt with in the all too short contribution to the subject by Benda, already cited. *Its actual effect seems to be the separation of a portion of the solid framework of the archoplasm from the fluid which interpenetrates it* (and which appears after the completion of the process as the vesicular fluid).

It is worth noting how close a parallel exists, on one hand, between the archoplasmic metamorphosis and the formation of the chromosomes from the resting nuclear reticulum, and, on another, between cytoplasmic phenomena to which I have already alluded, most notably that of the origin of dictyosomes in the arthropod *Branchipus*.

We must moreover regard this archoplasmic metamorphosis as distinctly purposive with respect to fertilization, since in every such metamorphosis which I have studied; *the archosome is retained as a cephalic knob or cap to that part of the nucleus which becomes the extreme anterior extremity of the spermatozoan head, while the residual archoplasm is cast off as a constituent of the residual corpuscle*. It would seem therefore essential that this condensed speck of cytoplasmic origin should be carried, into the ovum during the process of fertilization; and comparison will show that it occupies the same final position as the "spermocentre" of Julin, and the spermatocentrosome described by Fick<sup>1)</sup> in the *Axolotl*.

The residual archoplasm during these changes is, as we have seen, pushed away from the nucleus; it wanders into the remoter cyto-

<sup>1)</sup> Anat. Anz. Bd. VII. p. 818.

plasm, where it takes no further part in the spermatogenesis, being eventually cast off, together with a degenerating mass of protoplasm, as a part of the residual corpuscle of anthers.

During the archoplasmic metamorphosis, the cytoplasm of the spermatid becomes very uniform and less obviously granular, while the chromatic body becomes proportionately marked and assumes a beautiful rounded contour (Fig. 22). Some dismembered fragments of chromatin are still however to be found in its vicinity. Sometimes, the small double staining structure (which I have spoken of as appearing when the granulation incident to the division has more or less subsided, and which I think there is every reason to believe represents the spermatid centrosome) is found at this stage *also in the vicinity of the chromatic body*, and I have sections which seem to indicate that this is invariably its primitive position. As time goes on, however, the duplication of this structure becomes more marked, and the two small bean-shaped bodies into which it revolves itself assume the indifferent positions represented in Figs. 22, 15. In some of my sections these bodies appear in numerous consecutive cells, and I have represented such a field in Fig. 5c. Wherever they may lie, if seen at all, they can be made out with tolerable clearness, and they have precisely the same appearance as the centrosomes of the previous cellular generation. These spermatid centrosomes would therefore hardly seem to correspond to the "Spermocentres" of Julin.

I see no reason to suppose that in mammals these bodies are formed afresh in the spermatids, as the Belgian author found to be the case in "*Styelopsis grossularia*". In the rat, the centrosomes of the previous generation persist until the spermatids are quite formed, and it is only after the contraction of these cells and the consequent crowding of the parts, that it becomes impossible to distinguish small bodies in the dense granulation visible. Later on, as we have seen, bodies, answering in every particular to these lost centrosomes, reappear as the granular confusion subsides, and every consideration points to the conclusion that they are the centrosomes which have been for a time obscured.

All these changes, the appearance of the tail, its minute basal

structure, the archoplasmic metamorphosis, and the reappearance of the centrosomes, are effected without the spermatid losing its spherical or polygonal character; but after a while the cells begin to be lengthened out, along an axis corresponding with that of the tail (Figs. 22, 24, 25). As soon as this becomes manifest, a definite orientation of the cellular constituents comes rapidly into view; I believe this to be due primarily, if not entirely, to the pressure induced through the enlargement of contiguous cells, and there seems good reason to believe that the elongation of the cell as a whole originates through a similar cause.

In every spermatid, the residual archoplasm now wanders further from the nucleus, taking up a final position along the axial thread of the tail (Figs. 22, 24, 25 *a*). The chromatic body follows suit, but comes to rest on the nuclear side of the residual archoplasm, quite close to the nucleus and the structure at the base of the thread. The centrosomes come also into close connection with the basal portion of the axial thread, but their position is not nearly so uniform as that of the chromatic body. The centrosomes, chromatic body, and the basal structure of the axial thread, become now much confused together, and this confusion of parts is heightened by the chromatic body dividing into two portions of unequal size (Fig. 22). Between these two portions the axial thread is seen to pass like a faint line, to a termination in the little basal structure to which I have repeatedly alluded, and which may be distinguished as a *Cercosome* (*cc*).

It will be remembered that the spermatid centrosomes become apparently confused with the two portions of the chromatic body and this Cercosome, in such a way that the individual identification of the lesser structures becomes extremely difficult.

Concurrently with these changes, two others of marked significance occur. The first relates to the nucleus, and appears as a collar-like fold, which rises up around the basal attachment of the axial-thread; as it grows, it more or less encloses the two portions of the chromatic body and the delicate "shaft" of the tail, in a shallow cup (Fig. 22). One side of the nuclear depression thus arising is ultimately prolonged into a stiff projecting flap (Fig. 22, 24 *b*) which serves as a kind of support for the protoplasmic sheath or shaft of the „Hauptstück“ of

the tail (Figs. 24, 25 *h*, 26, 27, 28), and on the external face of this support a rind of degenerating protoplasm can be traced (Fig. 25 *j*). The other change consists in a rapid diminution of the chromatic bodies, and a progressive re-chromatization of the elongating nucleus. All traces of the chromatic bodies eventually disappear; *and the intensely stained appearance of the pointed nucleus of the spermatozoa, there is little doubt, results to a great extent from the re-incorporation of the extra-nuclear chromatin.*

When the chromatic bodies begin to lessen, the surrounding parts come much more readily to view. Between these vanishing structures, the axial thread of the tail is seen to pass, as I have said, to its insertion in the Cercosome (Fig. 24 *c c*). A little way along the thread, and basally disposed with respect to the chromatic bodies, two other structures are clearly visible, one on each side of the axial thread (Fig. 25); and, in one or two fortunate preparations, I found a third median body, which appeared as a simple monilation of the axial thread between these (Fig. 25 *e k*).

Ballowitz, in his elaborate analysis of the adult spermatozoon (Archiv für Mikr. Anat. Bd. XXXVI. p. 225) represents structures in the macerated spermatozoa of *Lacerta agilis* and *Psammodromus*, which seem to correspond to one or other of these occurring in the rat, and of them he says.<sup>1)</sup> „In der Nähe dieses vorderen Endes des Hauptstückes ist nun an dem isolierten Axenfaden des Verbindungsstückes fast eines jeden Spermatosoms in den Deckglas-Trockenpräparaten von *Lacerta* ein Knötchen sichtbar, welches scharf begrenzt und intensiv tingiert erscheint und sich an ziemlich constanter Stelle befindet (Figs. 89, 90 *i*). Dasselbe ist nicht der Endknopf des Axenfadens; denn der letztere tritt an dem vorderen Ende des Axenfadens stets sehr deutlich als intensiv gefärbtes Knöpfchen hervor . . . Ueber die Bedeutung dieses intermediären Knötchens, welches ich nur bei den genannten beiden Gattungen beobachtete, konnte ich keine Klarheit erlangen.“

That the lateral and median bodies in the young spermatozoa of

---

<sup>1)</sup> Loc. cit. p. 275.



the rat correspond, either singly or together, to these „Intermediären Knötchen“ there seems to be not the slightest doubt; and the existence of this structure in the young mammalian spermatid is, in itself, interesting, because when the cell becomes adult I have not been able to differentiate it with certainty; and, as Ballowitz seems only to have found it in two species, the question naturally arises, in how many more would it be visible in the younger stages of development? Which of the two kinds of intermediary bodies present in the developing spermatids of the rat corresponds to those figured by Ballowitz, it is quite impossible for me to say.

Ballowitz left the origin of these structures unsolved, and I am not aware that any history has been ascribed to them by other authors; *but my own preparations suggest strongly that in the rat, the two laterally disposed structures are the final expression of the spermatid centrosomes.* At this stage in the spermatid metamorphosis there exists, in the cell protoplasm a differentiated area in relation to the nuclear head, which extends in the form of a blunt cone from the level of the Cercosome to the extremity of the supporting flap; its narrower end sits in, and completely fills the shallow nuclear cup afore described (Fig. 25 i). The protoplasmic contour of the great body of the cell is extended, in the direction of the nucleus, beyond this differentiated cone, and it assumes the form of a blunt enlargement (Fig. 25). The delicate wall of this enlargement becomes continually more bulged out, until it assumes the appearance of a blunt overhanging bag (Figs. 26, 27, 28). At the bottom of this bag a dense mass (*f*) becomes differentiated, but it does not appear to have any definite value, as it vanishes in the succeeding phases.

During the formation of this sack-like enlargement of the shaft of the spermatozoon the spermatid centrosomes are displaced (Fig. 27 c), and they become finally so closely applied to the large head of the spermatozoon that it becomes impossible to follow their history further. The difficulty of so doing is enhanced by the growing refractivity of the spermatic shaft or „Hauptstück“ in which they are contained. It will be seen also that there is no representative of the „Mittelstück“ of authors, unless the intermediary bodies be together considered as

its rudiment. It is possible that further details as to the later condition of these parts might be obtained by the study of macerated specimens, but I have not yet tried them.

While these changes progress in the minute structures of the spermatid, the better known phenomena of maturation are passed through — terminating in the discharge of the residual corpuscles into the lumen of the tubule — and the spermatozoa are then practically complete.

#### Concluding remarks.

From the results of these observations on the genesis of the mammalian spermatozoa, it is seen that when in the immature, or spermatid, condition, the potential spermatozoa contain all those parts, (nucleus, cytoplasm, nebenkern and centrosomes) which are now becoming associated with cell structure in general. To these are to be added certain others, such as the chromatic body, the archosome, the cercosome, and the tail, which have apparently no representatives in other than reproductive cells, while the three last only appear late, in the history of these. The question naturally arises, what is the origin and significance of these accessory bodies? In the first place it may be said that their existence, in relation to the formation of the spermatozoon, is very variable in different classes and orders of animals. I am not aware that an accessory chromatic body has been found in a lower class than the amphibia, and the same irregularity of appearance is manifest with respect to them all. If, after a comparison of the spermatogenetic process in widely separated groups of animals, certain structures are seen to be common to them all, these may in the first place be separated as of a higher order, than those which are peculiar to each.

The only structures which have any claim to this universality are the nucleus, some form of cytoplasm, and the centrosomes, but these are the constituents now becoming associated with all cell-structure, whether reproductive or otherwise. They form an order over whose existence the action of adaptive selection appears to have little if any power. Considering the immense time and opportunity for variation that the cells of so complex a type as the mammalian one

have had since they came into existence, it is difficult to believe that one or other of these universal constituents had not better have been dispensed with during the almost endless conditional changes to which they have been subject, unless such elements of cellular anatomy are essential to the proper manifestation of the vital process. Leaving out of consideration the improbable existence of an anucleate class of protozoa, it is apparent that the only universal constituents of the reproductive cells are those of the somatic animal cells, viz. nucleus, cytoplasm and centrosomes.

The discovery, in relation to the phenomena of karyokinesis, of the exact halving of the nuclear constituents (chromatin) has paved the way to the supposition that the nucleus is a sort of hereditary store-house of the "ids" and "idants" of future generations. Karyokinesis is regarded by Weismann as a mechanical contrivance, whereby the analysis of the germ-plasm goes forward during and after the segmentation of the ovum, the phenomenon of the „Reductions-Teilung“ being held to represent the necessary quantitative or numerical equation of the hereditary stuffs in two pro-nuclei before their fusion.

Accepting this view, one would naturally suppose that karyokinesis, the expression of a complex mechanism by means of which the analysis of the germplasm is brought about, would become more highly developed in the higher animals, in which the necessity for the accurate division of the hereditary stuffs is enormously increased. Facts are however exactly the reverse of this. The karyokinesis of any species is, I believe, nearly always most complete in the first and immediately succeeding segmentation figures, while all through the differentiation it gradually wanes. In seeking for material in which to study this phenomenon one naturally turns to reproductive-cells or to some simpler type of life. The early segmentation of a chick shows good karyokinetic figures, but an embryo of nineteen to twenty days is a poor medium for the exhibition of this phenomenon. Recent investigation into the protozoa has revealed a most elaborately karyokinetic multiplication of the great nucleus in many Rhizopods, notably in *Euglypha alveolata*, and it is worthy of note that in these forms the number of slender chromosomes is very great indeed.

Weismann supposes the chromosomes to correspond with his theoretical "Idants", hereditary units of the highest order, yet it is, to say the least, strange that so simple an organism as a Rhizopod should possess more of these structures than the reproductive elements of a man. Taken as a whole, karyokinetic figures are, so to speak, more nearly diagrammatic in plants than in animals. While in the former akinesis is rare, in the latter it is comparatively common, much more common than is generally supposed. There is very little doubt that akinesis has often been evolved from karyokinesis<sup>1)</sup> and, when we are on the alert for them, intermediate forms may be found on all sides; while the idea that akinetically dividing cells are necessarily moribund, seems to me to be wholly untenable. At first sight one would naturally suppose akinesis to be the forerunner of the mitotic change, but all more recent evidence points strongly to the opposite conclusion.

It is difficult to picture what would be the exact result of the introduction of akinesis among spermatids, when considered in the relation to a „Reductions-Teilung“ and all that this phenomenon is supposed to imply, because, as I have stated, it is not easy to decide how far the two last divisions of the mammal correspond to those of the „Reductions-Teilung“, yet it seems to me incontestable that whatever equation or halving takes place in the rat must be done by the last heterotype division (always the most marked of every mammalian series); but, in this may be division followed by irregular akinetic multiplication of the spermatids, which must, so to speak, make short work of any elaborate process of pro-nuclear equation.

I may put the case another way. We saw that it was impossible to consider the accessory bodies essentials to fertilization, as they are present in some animals and not in others. So far as I can see, exactly the same criticism applies to the reduction division of mammals, for sometimes this process operates directly on the spermatozoa, while at others akinesis intervenes. Of course it may be said that these final mitoses of the mammal, do not correspond to the true „Reduc-

---

<sup>1)</sup> Cf. in Qu. Jour. Micr. Sci. Vol. XXXV. p. 274 etc., and also Frenzel, Archiv für Mikr. Anat. Bd. XXXIX. p. 1—28.

tions-Teilung“ but if so, the case becomes much worse, because then there would be manifestly no final nuclear equation among mammals, and it follows that the „Reductions-Teilung“ would not be essential to fertilization, — in fact, it seems to me that this conclusion follows in either case.

The incorporation of the archosome into the spermatozoon is a matter of considerable theoretical importance, because it has long been known that in the less specialized spermatozoa a residuum of cytoplasm is always carried over with the male element into the ovum, during fertilization; but in many of the tailed forms this does not appear to be the case. In those which exhibit a marked „Mittelstück“ this structure has generally been found to be constituted in part, if not entirely, by the archoplasm (cf. Field, Anat. Anz. Bd. VIII. p. 487). Lastly, in the type we are considering there is, properly speaking, no „Mittelstück“, its position being occupied apparently by the centrosomes and intermediary bodies, while the archosome which was a derivative of the archoplasm, which was a derivative of the spindle-fibres, which are generally derivatives in part, if not wholly derivatives of the cytoplasm, becomes a cephalic cap for the spermatozoon. So that the positions of the cytoplasmic derivative and the centrosomes, when compared with those of the echinoderms and probably other animals, appear to be reversed.

There are some other considerations with respect to the position of the archosomes in mammals, which though probably not of much value, may be stated for what they are worth. In the ripening spermatozoa of *Styelopsis*, Julin describes the appearance of a small refractive particle, ultimately destined to sit at the cephalic point in the spermatozoon. In fertilization this particle assumes the character of a centrosome with radiations, and is called the “spermocentre”. Field, in his researches on echinoderms, has followed the spermatid centrosome to a final position also at the apex of the spermatozoon head. Now, Fol's observations on the “central quadrille” in *Asterias*,<sup>1)</sup> and more recently those of Fick on the Axolotl, show that the centro-

<sup>1)</sup> Cpt. Rendus. T. CXII. p. 877.

some advances in front of the spermatazoon head during fertilisation; and we may ask, what does the archosome, the little body at the cephalic apex of the rat's spermatozoon, do?

It comes to this, in mammals, after an archoplasmic metamorphosis, (assuredly not introduced for nothing) a small body (archosome) is sifted out, and incorporated into the cephalic apex of the spermatozoon. There is no „Mittelstück“, but its position is apparently occupied by the spermatid centrosomes and an „intermediar Körperchen“. Either the archosome represents the archoplasm in the spermatozoon, (i. e. it is equivalent to Field's Nebenkern, to the Nebenkern in Amphibia, to the „Mittelstück“) and has changed places, being in an extreme instead of a mean position, or it stands for the "spermocentre". Observations are wanting to decide between these two suppositions, but probability makes entirely for the former. I see no virtue in the position of these parts, and the fact that bodies answering to the spermatid centrosomes exist in mammalian spermatozoa seems to be almost conclusive that the archosome is equivalent to the Nebenkern or the „Mittelstück“.

Much of the recent work seems to be a confirmation, on the animal side, of Strasburger's supposition that a representative of the cytoplasm is essential to the proper fertilisation (of plants). In what way is it necessary then? There is no lack of cytoplasmic material, as a rule, in ova. The fact that in the more specialized spermatozoa, such a small speck of this substance is actually carried in, seems to suggest that in these forms, a process of reduction had been carried to a minimum beyond which it is impossible to go. Julin supposes the distinction between the sperm-cell and the ovum to reside in the existence in the former of the "spermocentre", wherewith it stirs up mitotic-action and segmentation in the latter. It is not true however for all ova as my friend Mr. Wheeler has recently found centrosomes in the unfertilized ova of *Myzostoma glabrum*. This is quite possible, but the supposition that the "spermocentre" is the only cytoplasmic constituent, (if it is a cytoplasmic constituent) necessary to the spermatozoon, will not hold for a moment, since in spermatozoa like those of mammals and echinoderms both centrosomes and cytoplasmic con-

stituents exist together, and we are brought back again to the question with which we started. — „What is the function of the cytoplasmic constituent?“

The only answer to be found, in fact the only answer which seems intelligible, is that it acts as an hereditary leaven, in the same way as the nuclear constituents are supposed to operate in producing an hereditary balance during fertilisation. But we may go a little further. If the chromatin theoretically requires a „Reductions-Teilung“ in order that its constituents may be previously got into an appropriate condition of number and quantity, ought not the essential constituents of the cytoplasm to be treated in a similar fashion? There is the archoplasmic metamorphosis. Can this represent such a phenomenon? I am unaware of anything equivalent to it in oögenesis, and this cytoplasmic reduction would thus appear to be a purely one-sided affair.

However this may be, the existence of a differentiated cytoplasmic constituent in the mammalian spermatozoon, where it might least have been expected, points strongly to the conclusion that it will be found eventually to exist in that of other animals.

In concluding I must thank the Department for the free use of the Huxley Research Laboratory and Prof. Howes for his kindness and advice while I was there.

---

### Description of plates VII and VIII.

---

#### *Reference letters.*

*a* Archoplasm. *as* Archosome. *bc* Chromatic body. *c* Centrosome. *ec* Cercosome. *ch* Extra nuclear chromatic particle. *nc'* Nucleolus.

Unless otherwise stated, all the figures apply to the spermatids of rat.

Figs. 1—11. Stages in the primary and secondary division.

Figs. 12—14. Formation of the chromatic body.

Fig. 15. Contiguous cells showing centrosomes and cercosomes.

Figs. 16—21. Formation of archosomes.

Fig. 23. Spermatid of dog, with chromatic body, first stages of archoplasmic metamorphosis and centrosomes.

Fig. 24. Young Spermatozoon.

Fig. 25. " "

Fig. 26. " "

Fig. 27. " "

Fig. 28. " "

Fig. 29. Young Spermatozoon of Rabbit.

Figs. 30, 31, 33. Stages of akinetic division, in spermatid of dog with archoplasmic metamorphosis.

Fig. 32. Diagram of the hetrotype division.

Fig. 34. Intermediate bodies of Flemming, and origin of archoplasm after the hetrotype division.

Figs. 35—36. Reproductions of photographs of resting spermatocytes.

Fig. 37. Showing the dictyosomes formed at a later stage in division, *Branchipus*.





## Kritische Bemerkungen über einige neuere Thymusarbeiten

von

**Josef Schaffer**

in Wien.

---

Veranlassung zu nachfolgenden Bemerkungen giebt mir nicht die Freude an der Kritik oder das grundsätzliche Bedürfnis, solche zu üben, sondern lediglich die Absicht, die Darstellung meiner eigenen Untersuchungen von unerquicklichem, kritischen Beiwerk zu befreien und anderen Lesern eine Enttäuschung zu ersparen. Vollkommen entschädigt für dieses zweifelhafte Vergnügen wäre ich freilich, wenn man an den maassgebenden Stellen noch eine tiefere Absicht in diesen Zeilen erkennen und die sich daraus ergebenden Folgerungen ziehen würde.

Ich glaube, dass es keinem gewissenhaften Beobachter entgangen sein wird, dass die histologische Forschung nicht an Vertiefung gewonnen hat, seit sie Gemeingut aller derer zu sein scheint, die ein Mikroskop ihr eigen nennen. *Wer treibt heute nicht Histologie?!* Was dabei übersehen wird, das zeigen die Früchte dieser „Untersuchungen“, die natürlich veröffentlicht werden müssen, aber vielfach, trotzdem sie unter der Flagge eines guten Namens segeln, einen rein dilettantenhaften Charakter an sich tragen und nur dazu dienen, die Unmasse der Litteratur zu vermehren.

Und doch muss der gewissenhafte Arbeiter davon Notiz nehmen; erstens, damit ihm kein Weizenkorn in dieser Spreu entgehe und zweitens, damit er nicht selbst in einen Fehler verfalle, welcher der erwähnten Art zu publicieren vielfach anhaftet: es ist dies die mangel-

hafte, vielfach geradezu leichtfertige Benutzung der Litteratur, beziehungsweise die Nichtbenutzung derselben, welche gleichbedeutend ist mit der Nichtachtung fremder Arbeit.

Wie schwer es heutzutage ist, der Anforderung einer erschöpfenden Litteraturbenutzung gerecht zu werden, weiss jeder Fachmann; dass manchmal beim besten Willen und emsigsten Fleisse eine wichtige Arbeit übersehen wird, liegt oft ausser aller Schuld des Arbeiters, liegt vielmehr in den zerfahrenen Publicationsverhältnissen, der Unmasse an Zeitschriften aller Sprachen, welche oft den heterogensten Arbeiten Aufnahme gewähren, dem Mangel eines histologischen Centralblattes, das auf breiteste Basis internationaler Mitarbeiterschaft gestellt, über alle einschlägigen Arbeiten berichten würde.

Nicht diese zufälligen Unterlassungssünden habe ich im Auge, sondern jene wissentliche oder aus crassester Unwissenheit hervorgehende Ausserachtlassung bekannter und anerkannter Leistungen, wovon im Nachfolgenden einige Beispiele gegeben werden sollen. Wenn man auch zugeben muss, dass die angedeuteten Mängel zumeist Schülerarbeiten betreffen, so drängt sich die Frage auf: Ist eine Dissertation wissenschaftlich ernst zu nehmen?

Wie die Dinge heute stehen, möchte man sich manchmal zur Verneinung dieser Frage berechtigt fühlen; ich jedoch möchte sie nimmer teilen, und zwar im Interesse der wissenschaftlichen Jugend, welcher bei ihrem ersten Schritte in das Heiligtum der Forschung die höchste Achtung und Wertschätzung derselben beigebracht werden muss, wenn dieselbe nicht profaniert und erniedrigt werden soll. Hier glaube ich, ist es an der Zeit zu mahnen: caveant consules!

Aber auch die histologische Facharbeit scheint vielfach auf Abwege zu geraten, und zwar auf den Abweg der Einseitigkeit. Wie sich jeder Vorteil in einen Nachteil verwandeln kann, wenn er einseitig oder kritiklos angewendet wird, so ist es auch mit den Errungenschaften unserer gewiss sehr vervollkommenen neueren Methoden: Fixieren und Härten, Färben, Einbetten und Serien von möglichst dünnen Schnitten und — die Arbeit ist fertig!

Dass auch an den *dünnsten* Schnitten vieles der Beobachtung entgehen kann, will manchem nicht einleuchten. Ja, er rühmt sich

wohl gar, dass er die älteren Methoden der Untersuchung im überlebenden Zustand, der anatomischen Präparation, Isolation u. s. w. *nicht* angewendet hat, da er alles in Form dünnster, gut gefärbter Schnitte auf dem Objectträger hatte! — Doch darüber will ich die Kritik einer berufeneren Feder überlassen.

Wenn aber jemand glauben wollte, die vorstehenden Worte wären überflüssig oder einem pessimistischen Empfinden entsprungen, den mögen die nachfolgenden thatsächlichen Bemerkungen eines Besseren belehren.

E. Schneider<sup>1)</sup> hat sich anlässlich der Beschreibung einer Geschwulstbildung in der Thymus „des Längeren mit eingehender Untersuchung der Thymusdrüse“ beschäftigt (S. 26).

Er fand in der Thymus von frischen Leichen, trotzdem die von gehärteten Präparaten hergestellten Schnitte *sehr dünn* waren, nur eine Unmenge freier Kerne, vom Zellenleib dagegen nur ausnahmsweise einmal etwas, *am allerwenigsten irgendwelche Mitosen!* Er untersuchte nun „noch frischere Präparate“ und legte Stückchen einer noch lebenswarmen Thymus eines Kalbes sofort in Flemming'sche Lösung.

„Doch auch hier ergab die Untersuchung eigentlich ein negatives Resultat; denn auch hier zeigten sich überall nur freie Kerne, und wie bei den beiden anderen Thymusdrüsen war nur ab und zu einmal ein Zellenleib sichtbar, von Mitosen war ebenfalls nicht das Geringste zu entdecken.“

Aus diesen „Beobachtungen“ zieht Schneider die merkwürdige Folgerung: „Also selbst in dem besten Zustande der Entwicklung und der Härtung erweisen sich die Thymuszellen immer nur als kleine, gebrechliche Elemente, welche so minimale und dürftige Kerne und Zellsubstanz besitzen, dass eine Fixation selbst an ganz frischen Präparaten nicht möglich ist“ (S. 27), und weiter „dass diese Zellen schon im normalen Zustande nirgends zeigen, dass sie der Fortentwicklung fähig sind“!

Auf die Untersuchungen von Flemming<sup>2)</sup> und seinen Schülern.

---

<sup>1)</sup> Ein Fall von Fibrosarkom der Thymus. Inaug.-Diss. Greifswald 1892.

<sup>2)</sup> Die Zellvermehrung in den Lymphdrüsen und ihr Einfluss auf deren Bau. — Schlussbemerkungen über die Zellvermehrung in den lymphoiden Drüsen. Archiv f. mikr. Anat. 1885. Bd. XXV, S. 50 und 355.

besonders die von Schedel,<sup>1)</sup> welcher sich speciell mit der Frage der Zellvermehrung in der Thymus beschäftigt und unter Anderem auch in der Thymus des Kalbes zahlreiche Mitosen nachgewiesen hat, nimmt Schneider keine Rücksicht, wie er überhaupt von einer Litteraturbenutzung in seiner Arbeit ganz absieht. Eine solche hätte ihn vor seinen, von vornherein unglaublichen Schlüssen bewahrt. Allerdings hätte ihn auch jedes gut angefertigte Schnittpräparat, selbst die Untersuchung frischer Isolationspräparate eines Besseren belehrt, in denen man gar nicht selten noch eine Stunde p. m. Mitosen beobachten kann.

Eine zweite Arbeit betitelt sich: „*Die Thymusdrüse in normaler und pathologischer Beziehung*“, Inaugural-Dissertation von W. Triese-thau, Halle a. S. 1893. Das erste Kapitel derselben beschäftigt sich mit dem Bau und der Entwicklung der Thymus. Schon die ersten Sätze überraschen den Leser, da sie grösstenteils längst als irrig erkannte Vorstellungen zum Ausdruck bringen.

Ich setze einige derselben unter Anführungszeichen, bemerke dazu aber ausdrücklich, dass es der Text des Verfassers ist.

„Die Thymus ist ein drüsiges Organ . . .; sie enthält eine weissliche, dickliche Flüssigkeit, welche in ihr abgesondert wird . . . Im späteren Leben pflegt sie in der Regel spurlos zu verschwinden.“ Dann weiter über die Entwicklung derselben (S. 7): „Schon zwischen der 5. und 6. Schwangerschaftswoche findet sich ein schmaler Streifen Blastem im Bindegewebsstroma . . . Zwischen der 7. und 8. Woche sprossen an allen Seiten weite, rundliche, an ihrer Oberfläche schon im Anfang geschwellte, sanft gekerbte Drüsenblasen hervor, die sich allmählich an ihren Ursprungsstellen verengern und sich völlig abschnüren. Die Blasenwände bestehen aus einem vollständig structurlosen Gewebe . . . Der von allen Seiten umlagerte Urstreifen wird zum Medianstrang und dient dem weichen Drüsengewebe als Stützpunkt . . . Der beschriebene Bau bleibt, so lange die Thymus als Drüse besteht, dieselbe nimmt nur an Umfang und an Massenhaftigkeit der maulbeerförmigen, geschlossenen Blasen zu“ u. s. f.

Wer nicht weiss, woher Verf. diese Weisheit geschöpft hat, kann sich nur denken, dass derselbe nie ein ordentliches Schnittpräparat einer

<sup>1)</sup> Zellvermehrung in der Thymusdrüse. Ibidem 1884. Bd. XXIV, S. 352.

Thymus des Kindes, geschweige denn eines Embryo gesehen hat. Und das ist gewiss auch der Fall; aber trotzdem hätte der Verf. sich bei Einsicht eines neueren Lehrbuches der Histologie leicht eines Besseren belehren können. Und diese kleine Mühe wäre doch das Geringste für Einen, der über Bau und Entwicklung der Thymus schreibt, und sei es auch nur eine Dissertation zur Erlangung der Doctorwürde. Die Sache wird jedoch klar, wenn wir finden, dass der Gewährsmann des Verf. Friedleben<sup>1)</sup> ist, dessen Arbeit im Jahre 1858 erschienen ist und für die damalige Zeit gewiss ein höchst beachtenswertes Buch war. Dass in den 35 Jahren seither *mehrere* Arbeiten über Bau und Entwicklung der Thymus erschienen sind, scheint dem Verf. entgangen zu sein. Die Arbeit Friedleben's ist die *einzig*e, welche er in Bezug auf die normale Histologie und Histogenese anführt. Und zwar hat der Verf. vieles (wie z. B. die angeführten Sätze) einfach *wörtlich abgeschrieben*, ohne durch Anführungszeichen den Glauben des Lesers zu zerstören, dass es sich um des Verf. eigene Darstellung handle.

Ein einleitendes Kapitel über die Anatomie und Physiologie der Thymus giebt auch Hennig in seiner Abhandlung über „*Die Krankheiten der Thymusdrüse*“.<sup>2)</sup> Die Darstellung, welche als Basis für die Beurteilung der Krankheitserscheinungen des Organes dienen soll, ist ebenfalls als ganz unzulänglich zu bezeichnen. Auch Hennig hat sich nicht die Mühe genommen, die neuere Litteratur einzusehen; er citiert Galen und Rufus Ephesus, aber mit Ausnahme von Afanassiew und His keine einzige der neueren Arbeiten. Allerdings empfiehlt er, zum „Ersatz“ des Fehlenden weitere Litteraturangaben in der Abhandlung von Becker<sup>3)</sup> aus dem Jahre 1826 und in der bereits citierten von Friedleben nachzusehen. Aber selbst die Litteratur zur pathologischen Anatomie des Organes ist mangelhaft; so kennt Verf. z. B. nicht die ausgezeichnete Arbeit von Paltauf.<sup>4)</sup>

---

<sup>1)</sup> Die Physiologie der Thymusdrüse in Gesundheit und Krankheit u. s. w. Frankfurt a. M. 1858.

<sup>2)</sup> Handbuch der Kinderkrankheiten. Herausgegeben von C. Gerhardt. Nachtrag III. Tübingen 1893.

<sup>3)</sup> De glandulis thoracis lymphaticis atque thymo. Berolini. 1826.

<sup>4)</sup> Ueber die Beziehungen der Thymus zum plötzlichen Tod. Wiener klin. Wochenschrift. 1889, Nr. 46 und 1890, Nr. 9.

Was die anatomische Darstellung anlangt, so finden wir bei Hennig wieder den alten Irrtum von der Existenz einer Centralhöhle, den schon Jendrassik <sup>1)</sup>, Ammann <sup>2)</sup>, Watney <sup>3)</sup> und neuestens Capobianco <sup>4)</sup> widerlegt haben, als Thatsache hingestellt. „Die Drüsenkörner sind solide Körper, welche sich innig an eine Höhle des zugehörigen Läppchens anschliessen. Diese Höhle, welche also den Saft mehrerer Körner zugleich aufnimmt, stösst an den hohlen Mittelgang, welcher durch die Mündungen der Einzelhöhlen ein mit vielen Löchern oder Spältchen besetztes Ansehen bekommt.“ Dazu werden die fehlerhaften Abbildungen von Kölliker aus dem Jahre 1855 reproducirt. „Histologisch ist die Drüse für eine Anhäufung von Lymphbehältern zu halten, verwandt mit den Brunn'schen Drüsen des Oberdarmes, entfernt auch mit der Milz.“

Betreffs der Entwicklung folgt der Verf. einmal der Darstellung von Remak und His, dann wieder der ganz entgegengesetzten von Friedleben; die concentrischen Körper lässt er von den Endothelien der Gefässe entspringen, dann sollen sie wieder auf den epithelialen Ursprung der Drüse hinweisen u. s. f. —

In seinen *Untersuchungen über das reticulirte Gewebe* hat jüngst Demoor <sup>5)</sup> auch der Thymus einen Abschnitt gewidmet.

Aus der Darstellung des Verf. erfährt man jedoch über das Reticulum der Thymus so gut wie nichts, jedenfalls nicht so viel, als bereits durch frühere Untersucher bekannt geworden ist. Der Grund davon ist aber einfach die mangelhafte, beziehungsweise einseitige Untersuchungsmethode. Demoor hat *nur* an Schnitten in Osmiumgemischen fixierter Organe untersucht. Er begründet dies damit, dass er sagt: „La plupart des matériaux — nous ont paru assez favorables pour

<sup>1)</sup> Anatomische Untersuchungen über den Bau der Thymusdrüse. Sitzungsber. d. k. Acad. in Wien. 1856. Bd. XXII.

<sup>2)</sup> Beiträge zur Anatomie der Thymusdrüse. Baseler Inaug.-Diss. Zürich. 1882.

<sup>3)</sup> The minute anatomy of the Thymus. Philosoph. Transactions of the roy. soc. 1882. Part. III.

<sup>4)</sup> Contribuzioni alla Morfologia del timo. Estr. dal Giornale dell' Ass. dei Naturalisti e Medici. Anno II°. Puntata I<sup>a</sup>. Napoli 1891. — Dasselbe französisch in den Arch. ital. de Biologie. 1892. T. XVII. Fasc. I.

<sup>5)</sup> Recherches sur la structure du tissu réticulé. Arch. de Biologie. 1893. T. XIII. p. 7.

nous dispenser de traiter les coupes au pinceau . . . Aussi nous sommes nous contenté de faire les coupes aussi minces que possible et de les secouer en les passant par les différents réactifs.“ Dass man jedoch selbst an den dünnsten Schnitten nicht ein Reticulum studieren kann, musste der Verf. selbst eingestehen. „Les préparations que nous avons obtenues sont assez peu démonstratives pour ce qui concerne le tissu réticulé.“

Den Bau des Reticulums in der Marksubstanz kann man nach des Verf. eigenem Ausspruche kaum ahnen. Trotzdem tritt Demoor für die zellige Natur desselben ein und bildet eine Stelle ab, welche drei epitheloide Zellen zeigt, die durch eingedrungene Leukocyten so aus einander gedrängt sind, dass ihr durchaus nicht spärliches Protoplasma zu längeren anastomosierenden Fortsätzen ausgezogen erscheint. Dieses „Reticulum“ ist jedoch ganz etwas anderes als das wirkliche Reticulum, welches man an Pinsel- oder Schüttelpräparaten (die natürlich nicht von Objecten aus Hermann'scher oder Flemming'scher Lösung hergestellt werden können) in der Rindensubstanz der Thymus leicht sehen kann. Betreffs der Rindensubstanz bemerkt der Verf. nur, dass hier die Leukocyten so dicht gereiht sind, dass sie das Reticulum vollständig verdecken! Uebrigens hätte sich Demoor durch einen Blick auf die Tafeln 87 und 93 der Arbeit von Watney über das thatsächliche Verhalten des Reticulums in der Thymus belehren können. Jedoch scheint ihm diese Arbeit ebensowenig bekannt gewesen zu sein, als die von Mall<sup>1)</sup>, die man doch bei Besprechung des reticulierten Gewebes nicht unberücksichtigt lassen kann.

Die Arbeit Jacobi's<sup>2)</sup>, welche ihrem Titel nach zu schliessen auch Angaben über die normale Anatomie der Thymus enthalten dürfte, war mir nicht zugänglich. Aus einem Referate<sup>3)</sup> über dieselbe entnehme ich nur, dass Jacobi ein Anhänger der Lehre vom Asthma thymicum ist.

---

<sup>1)</sup> Das reticulirte Gewebe und seine Beziehung zu den Bindegewebsfibrillen. Abhandlungen d. königl. sächs. Gesellschaft d. Wissenschaften. 1891. Bd. XVII. Nr. 4.

<sup>2)</sup> Contributions to the Anatomy and Pathology of the Thymus Gland. Transactions of the Assoc. of American Physicians. 1888.

<sup>3)</sup> British medical Journ. 1889. Vol. I. p. 728.

Bekanntlich war das Hauptergebnis der ausgedehnten Untersuchungen Friedleben's der Satz: „Es giebt kein Asthma thymicum.“ Derselbe wurde lange Zeit als zu Recht bestehend anerkannt, bis in neuester Zeit, anschliessend an eine Mitteilung von Grawitz<sup>1)</sup> eine Reihe von Arbeiten erschien, welche die Möglichkeit einer rein mechanischen Beziehung zwischen der Thymushyperplasie und dem plötzlichen Tode wieder zu begründen suchen. Man findet dieselben in der besprochenen Dissertation von Triesethau angeführt, welcher selbst am Schlusse seiner Untersuchungen zu der Catonischen These kam: „Es giebt doch ein Asthma thymicum.“

Der Zweck der folgenden Auseinandersetzung ist es nun, zu zeigen, dass in dieser Controverse unsere Kenntnisse über den normalen Bau und die physiologischen Lebensvorgänge in der Thymus entschieden zu Gunsten der Ansicht Friedleben's sprechen und dass die Anhänger der Lehre vom Asthma thymicum vielfach in falschen Vorstellungen über jene Factoren befangen sind. Freilich steht denselben auch von Seite der pathologischen Anatomen als gewichtiger Gegner die Arbeit A. Paltauf's gegenüber. Aus denselben ergeben sich ganz neue und, wie ich gleich bemerken will, mit den neuesten Anschauungen über die physiologische Bedeutung der Thymus vollkommen in Einklang zu bringende Gesichtspunkte zur Beurteilung der rätselhaften Beziehungen zwischen Thymushyperplasie und plötzlichem Tod; dieselben erhalten weiteres durch die von Paltauf angeführten Beobachtungen von v. Jaksch<sup>2)</sup> und Mosler<sup>3)</sup> eine mächtige Stütze. Nach diesen Autoren ist die Vergrösserung der Thymus in den fraglichen Fällen stets nur eine *Begleiterscheinung* eines auf fast sämtliche lymphoiden Organe ausgedehnten Erkrankungsprocesses, welcher zum plötzlichen Tode führen kann. Wie derselbe herbeigeführt wird, ist allerdings oft schwer verständlich, aber jedenfalls ist „die Hyperplasie oder Persistenz der Thymus nicht Ursache des Todes, sondern nur ein Teilsymptom jener allgemeinen Ernährungsstörung, die durch Erkrankung des gesamten

<sup>1)</sup> Ueber plötzliche Todesfälle im Säuglingsalter. Deutsche medicinische Wochenschrift. 1888. Nr. 22.

<sup>2)</sup> Ueber Leukämie und Leukocytose im Kindesalter. Wiener klinische Wochenschrift. 1889. Nr. 22, 23.

<sup>3)</sup> Die Pathologie und Therapie der Leukämie. Berlin 1872.



lymphadenoiden Apparates gekennzeichnet ist“. <sup>1)</sup> Wie sehr diese Anschauung den neuesten Ergebnissen der normalen Histologie entspricht, soll an anderer Stelle erörtert werden. Angedeutet habe ich den Zusammenhang in einer vorläufigen Mitteilung. <sup>2)</sup> Jetzt soll nur noch die gegenteilige Anschauung erörtert werden.

Wie stellen sich die Anhänger der Lehre vom Asthma thymicum den causalen Zusammenhang zwischen Thymusvergrößerung und plötzlichem Tod vor? Dass derselbe plötzlich, meist ohne vorhergegangenes Unwohlsein eintritt, haben auch Grawitz und A. Nordmann <sup>3)</sup> angeführt. Für die „plötzliche“ Turgeszenz des Organes können aber nur zwei Gesichtspunkte herangezogen werden, die auch Nordmann anführt. Entweder kommt dieselbe durch eine acute und mächtige Hyperämie zustande oder durch eine „plötzliche Absonderung und Ansammlung reichlicheren Secretes“ (Nordmann). Nun ist bei der Art der Blutversorgung der Thymus der erste Grund ausgeschlossen, und handelt es sich ja in den beschriebenen Fällen in der That stets um eine in ihrer Substanz vergrößerte Thymus. Was aber die zweite Möglichkeit anlangt, auf die sich viele Anhänger der Lehre vom Asthma thymicum beziehen, so entziehen dieser unsere Kenntnisse über den normalen Bau und das physiologische Wachstum der Thymus jeden Boden, und das möchte ich hier besonders betonen, weil es von anderer Seite meines Wissens noch nicht geschehen ist.

Die erwähnte Möglichkeit konnte man annehmen, so lange man die fälschliche Vorstellung hegte, dass die Thymus aus Läppchen bestehe, welche um einen Centralraum angeordnet sind, in den sie ihr Secret entleeren. Nun besitzt aber die Thymus der Säugetiere einen durchaus compacten, dichtzelligen Bau, und was als centrale Drüsenträume, Cavernennetz beschrieben wurde, ist nur Kunstproduct. Daher kann man auch absolut nicht von einer Secretion der Thymus sprechen; der „Saft“, welcher auf einer Schnittfläche der frischen Thymus ab-

<sup>1)</sup> Paltanuf, l. c. S. A. S. 20.

<sup>2)</sup> Ueber den feineren Bau der Thymus und deren Beziehungen zur Blutbildung. Sitzungsbericht d. k. Acad. d. Wissensch. in Wien. Juli 1893. Bd. CII. Abt. 3. S. 338.

<sup>3)</sup> Ueber die Beziehungen der Thymusdrüse zu plötzlichen Todesfällen im Wasser. Correspondenzblatt d. Schweizerärzte. 1889. 19. Jahrg. Nr. 6.

zustreifen ist, ist ebensowenig ein Secret, als der Milzsaft, der Lebersaft, das Blut u. s. w. Die zelligen Elemente der Thymus sind in Form eines Gewebes angeordnet, das der Hauptsache nach als lymphadenoides in vielen Organen wiederkehrt. Eine Vermehrung dieser zelligen Elemente und damit eine Volumszunahme des Organes ist nur auf einem Wege möglich, und das ist der der Zellteilung, und zwar wie Schedel, Maurer, Cuënot u. A., sowie meine eigenen zahlreichen Beobachtungen gelehrt haben, die indirecte, mitotische Zellteilung.

Hält man diese Fundamentalsätze der normalen Histologie der Thymus fest, so ist auch der Lehre vom Asthma thymicum jeder Boden entzogen; die Vergrößerung der Thymus kann nur eine ganz allmähliche sein, so dass vollauf Zeit geboten ist zum Ausgleich der veränderten Druckverhältnisse im gegebenen Raume. Und wäre selbst letzteres nicht der Fall, so müssten im Verlaufe dieser allmählichen Volumszunahme einmal die ersten objectiven und subjectiven Symptome nachzuweisen sein, was jedoch bei der anerkannten Plötzlichkeit im Krankheitsbilde nie der Fall ist.

Diese Auseinandersetzungen sollten nur zeigen, wie wichtig für die Pathologie der Thymus eine eingehende Kenntniss der normalen Histologie und Physiologie derselben ist, eine Bemerkung, die mir nach den hier besprochenen Arbeiten nicht unnütz erscheint.



## Nouvelles universitaires.\*)

Dr. G. Scheuthaner, ord. Professor der pathologischen Anatomie in Budapest, ist am 28. Januar daselbst gestorben.

Hofrath Th. Billroth, ord. Professor der Chirurgie in Wien, ist am 5. Februar in Abbazia gestorben.

\*) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans les facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel“ les fera connaître dans le plus bref délai.



(Aus dem histologischen Laboratorium der Warschauer Universität.)

## Ueber die Veränderungen der Becherzellen im Darmkanal während der Secretion

von

**Adam Majewski,**

prakt. Arzt in Warschau.

---

(Mit Tafel IX.)

---

Die Becherzellen haben wiederholt den Gegenstand sehr sorgfältiger histologischer Untersuchungen gebildet und zahlreiche, zum Teil sehr ausführliche Mitteilungen sind von verschiedenen Forschern über ihr morphologisches Verhalten veröffentlicht worden. Ihre Ausbreitung in gewissen Körperteilen bei verschiedenen Tierklassen, die Eigentümlichkeiten und Modificationen ihrer Form und Zusammensetzung sowie ihre consecutiven Secretionszustände haben sehr eingehende Berücksichtigung gefunden. Die Mehrzahl der neueren Untersucher ist zu der Ansicht gelangt, dass die Becherzellen secernierende Elemente resp. „einzellige Drüsen“ darstellen und meist eine mucinöse Substanz producieren, welche in der Theca aufgespeichert und normaler Weise nur allmählich auf die Oberfläche der Schleimhäute entleert wird. Andere Forscher haben dann den Nachweis geführt, dass durch Einwirkung gewisser, die Secretionsthätigkeit stark anregender Mittel völlige Ausstossung des vorrätigen Secretionsmateriales erzielt werden kann. In Bezug auf mehrere principielle Fragen divergieren jedoch die Meinungen der verschiedenen neueren Forscher noch ebenso bedeutend, wie die der älteren. So ist nach der Ansicht einzelner Autoren die Frage noch unentschieden, ob die Becherzellen nach völliger Aus-

stossung ihres Secretes zu Grunde gehen oder wieder mit neuem Ausscheidungsmaterial sich anfüllen. Ferner betrachten mehrere Forscher die Becherzellen als gesonderte specifische Gebilde, welche zu den übrigen Epithelzellen derselben Schleimhautoberfläche in keiner genetischen Beziehung stehen, während nach einer entgegengesetzten Meinung die Becherzellen aus gewöhnlichen Epithelzellen hervorgehen (durch Ausscheidung und Aufspeicherung eines secretorischen Productes in ihrem Körper) und nach Ausstossung des Secretes wieder in solche sich zurückbilden können. Bei diesem Stande unserer Kenntnisse von den Becherzellen erscheinen erneute Untersuchungen für die Lösung der streitigen Fragen sehr erwünscht, zumal wenn dieselben auf der Verwertung neuer zuverlässiger Hilfsmittel für den Nachweis des Mucin basieren. Einen derartigen, wenn auch nur bescheidenen Beitrag glaube ich in den nachfolgenden Zeilen liefern zu können.

Eine minutiöse Zusammenstellung der verschiedenen Mittheilungen über Becherzellen aus der älteren, sehr umfangreichen Litteratur scheint mir für den Zweck der vorliegenden Arbeit nicht erforderlich, zumal da eine solche von verschiedenen Autoren bereits wiederholt geliefert worden ist, so insbesondere von F. E. Schulze [1], Th. Eimer [2], J. List [3] und J. Paneth [4]. Die in den Abhandlungen der beiden letzteren Forscher abgedruckten Uebersichten sind so erschöpfend, dass hier ein einfacher Hinweis auf dieselben völlig genügen dürfte. Nur diejenigen neueren Arbeiten, deren Resultate zu unseren eigenen in näherer Beziehung stehen, sind im Nachfolgenden kurz zusammengefasst worden.

Nach Drasch [5] bilden die Becherzellen in der Trachea eine Uebergangsstufe von den Keil-Ersatz- zu den Flimmerzellen. List [3] nimmt an, „dass sich die Becherzellen aus den, Formveränderungen leichter zugänglichen, Epithelzellen der unteren Epithellagen hervorbilden,“ wobei er vorzugsweise geschichtete Epithelien im Auge hat (S. 566). Er glaubt ferner, „dass die Becherzelle wohl nicht ein einziges Mal nur secerniert, sondern im stande sein wird, den Secretionsact öfter zu wiederholen“ (S. 562). Schliesslich gelangen aber diese zur Ausstossung. Dieser Ausstossungsprozess lehrt, „dass der Untergang der Becherzellen abhängig ist von der Regeneration des Epithels. Ist dieselbe sehr lebhaft, so werden auch Becherzellen mit zur Ausstossung kommen, die

noch secretionsfähig sind“ (S. 564). — Nach Eimers [6] neueren Anschauungen entstehen die Becherzellen aus besonders disponierten Cylinderzellen des Darmkanales, werden aber dann zu völlig selbstständigen Gebilden, welche nach ihrer Entleerung vollständig zu Grunde gehen. Paneth [4] gelangt in seiner erwähnten Arbeit zu folgenden Schlüssen: „Als sichergestellt betrachte ich die Entstehung der Becherzellen aus Epithelzellen; die Entleerung derselben während der Verdauung; die Entstehung „schmaler Zellen“ aus dem protoplasmatischen Teil und Kern von Becherzellen. Wahrscheinlich ist mir, dass aus schmalen Zellen wieder gewöhnliche Epithelzellen werden und dass sich der ganze Vorgang in dem Leben jeder Epithelzelle öfter wiederholt“ (S. 137).

Steinhaus [7] beschreibt die Entstehung des Schleimballens der Becherzellen aus den Kernen des Darmepithels bei Salamandra und gelangt dabei zu folgendem Schlusse: „Die Becherzellen des Salamander-Dünndarmes sind weder ausschliesslich schleimig degenerierte Epithelzellen, noch ausschliesslich in einzellige Schleimdrüsen verwandelte Zellen. Sie sind zum Teil das eine, zum Teil das andere, denn, ist kein zweiter Kern in der Zelle vorhanden, so degeneriert die Zelle vollständig, ist ein solcher vorhanden, so fungiert die Zelle wie eine Drüse; nach der Secretion kann sie dank der Anwesenheit eines zweiten Kernes regenerieren und wieder zum secernierenden Becher werden. — Bei der Becherbildung metamorphosiert sich der Kern der Zelle schleimig, die Theca (Bechermembran) ist mit der Kernmembran identisch, der Becherfuss ist auch nie in der Theca mit eingeschlossen; er bleibt hier bis zu Ende protoplasmatisch, mit den Cylinderzellfüssen identisch“ (S. 321).

Nach Bizzozero's [8] Untersuchungen am Dickdarm von Kaninchen erfolgt der Ersatz der zu Grunde gehenden Cylinderzellen an der inneren Oberfläche des Darmkanales durch Proliferation der das blinde Ende der schlauchförmigen Lieberkühn'schen (*Galeati'schen*) Drüsen auskleidenden Zellen, welche zahlreiche Mitosen aufweisen. Diese Zellen rücken allmählich aus der Tiefe zur inneren Darmoberfläche empor und wandeln sich auf diesem Wege theils in die hellen Cylinderzellen, theils in die chromatophilen Schleimzellen um. Ueber die Be-

ziehung der beiden Zellenformen zu einander drückt er sich wörtlich folgendermaassen aus: „Wenn wir diese Resultate zur Lösung der Frage verwerten, welche wir uns gestellt haben, und uns besonders daran erinnern, dass die schleimbereitenden Zellen auch dann, wenn sie ihre Schleimtropfen vollständig verloren haben, keineswegs den zwischenliegenden hellen Zellen gleich sind, dann haben wir einen neuen Beweis in der Hand für die Annahme, dass die beiden Zellformen wirklich verschiedene Arten und nicht nur zwei verschiedene functionelle Stadien ein und desselben Elementes darstellen. Das gilt für die Elemente, welche ihr Wachstum vollendet haben, d. h. für diejenigen, welche wir in der Mitte der Drüse finden. Ich würde nicht zu sagen wagen, dass es auch für die Elemente des blinden Endes gilt; denn hier zeigen die schleimabsondernden Zellen ihre eigentümlichen Charaktere weniger deutlich; sie enthalten wenig Schleim, halten die Färbemittel weniger lebhaft zurück, in einem Wort, sie gleichen mehr den hellen Zellen, welche sie umgeben. Diese geringe Differenz kann die Vermutung entstehen lassen, dass manche der in diesem Abschnitt der Drüse enthaltenen Zellen gleichsam indifferente Elemente darstellen, welche sich im weiteren Verlaufe der Entwicklung in zwei aus einander gehenden Richtungen ausbilden, an deren Enden einerseits die hellen Zellen, andererseits die schleimbereitenden Zellen stehen. Ich überlasse die Lösung der Frage (welche nicht leicht ist, gerade wie auch die Lösung bezüglich der beiden Zellenarten der Drüsen des Magengrundes nicht leicht zu finden ist) späteren Untersuchungen“ (S. 232). Ueber das Schicksal der Becherzellen, welche bis zur inneren Darmoberfläche vorgerückt sind, drückt Bizzozero sich folgendermaassen aus: „In einem letzten Stadium, welches erst erreicht wird, wenn die Zellen bereits einen Bestandteil des Epithels der Darmoberfläche bilden, können sich die Zellen sämtlichen Schleimes entledigen und sie werden dann sowohl bezüglich des Kernes als bezüglich des Körpers gewöhnlichen Epithelzellen ähnlich, nur fehlt ihnen der helle Saum. Ich habe nicht sicher feststellen können, ob nicht eine gewisse Zahl derselben auch diesen Saum bekommt und sich vollständig in Protoplasmazellen umwandelt“ (S. 224). Letzterer Vorgang würde unsrer Meinung nach die wesentliche Identität beider Zellformen beweisen und im Wider-

spruch stehen mit der obigen, ihre spezifische Verschiedenheit urgierenden Behauptung.

Van Gehuchten [9] schildert die Ausstossung des Secretes aus den Zellen im Darmkanal von *Ptychoptera contaminata*. Letztere sind zwar keine Becher- oder Schleimzellen, aber der Austritt des Secretes erfolgt hier aus den gewöhnlichen, mit gestricheltem Randsaum versehenen Cylinderzellen in ganz analoger Weise, wie ich dies an gewissen unten näher zu beschreibenden Stadien der Becherzellenbildung wahrgenommen habe. Die Zellen gehen nach Ausstossung des Secretes nicht zu Grunde, vielmehr bilden sie längere Zeit hindurch stets neues Material, und nur in dem Falle, wenn mit dem Secret gleichzeitig auch der Zellkern ausgestossen wird, verfällt die Zelle der Atrophie.

Seiller's [10] Untersuchungen an den Becherzellen der Saurierzunge führten ihn zu dem Schlusse, dass die Zellen auch nach der Entleerung des Secretes functionsfähig bleiben und neues Material bilden.

Hoyer [11] macht auf den sehr wechselnden Reichtum an Becherzellen in den Respirationsorganen und dem Darmkanal verschiedener Individuen derselben Thiergattung aufmerksam, sowie auf mehrere physische Momente, welche diesen Wechsel zu beeinflussen scheinen. Er hält es für sehr wahrscheinlich, dass die Becherzellen aus gewöhnlichen Epithelzellen hervorgehen, doch sei diese Frage noch nicht endgültig entschieden und erfordere weitere Prüfung durch speciell darauf gerichtete physiologische Versuche.

Endlich sind hier noch die Mittheilungen von R. Heidenhain [12] und dessen Schüler Klose [13] zu erwähnen, welche experimentell auf den Secretionsvorgang in den Becherzellen einzuwirken versucht haben, indem sie Hunden und Kaninchen Pilocarpinlösung in eine Vene injicierten. Es gelang ihnen auf diese Weise, eine völlige Entleerung des Schleimes aus den Becherzellen zu erzielen, welche die Lieberkühn'schen Crypten des Mastdarnes auskleiden. Das gleiche Mittel ist dann auch noch von Biedermann [14], Bizzozero [8] und Seiller [10] bei ihren Untersuchungen über den Secretionsvorgang in Anwendung gebracht worden.

Nach Beendigung der vorliegenden Arbeit ist auch noch die kürzlich erschienene Dissertation von Struiken [15] in meine Hände gelangt

Der Verfasser äussert in derselben die Meinung, dass ein Teil der Schleimzellen in der dem Lumen des Dickdarmes näheren Hälfte der Crypten in „protoplasmatische“ übergehen kann (S. 54), im übrigen scheint er aber in Uebereinstimmung mit Bizzozero die Becherzellen als Gebilde *sui generis* zu betrachten (S. 40), doch findet sich nirgends in der Arbeit eine bestimmt formulierte Ansicht über den Ursprung der Becherzellen.

Das Material für meine eigenen Untersuchungen wurde in folgender Weise vorbereitet: kleine Stücke vom Ileum, Colon und Rectum von Katzen, Hunden, Kaninchen und Meerschweinchen wurden sofort nach Tötung der Tiere mittelst Igelstacheln auf dünnen Korkplatten möglichst schnell ausgebreitet und festgeheftet und darauf durch 24 Stunden in 5procentiger wässriger Lösung von Quecksilbersublimat fixiert. Nach Abspülung mit destilliertem Wasser wurden die Stücke in 96procentigen Alkohol übertragen, in welchem sie mehrere Tage verblieben, wobei der Alkohol mehreremale gewechselt wurde. Nach Entwässerung in absolutem Alkohol durchtränkte ich einen Teil der Präparate mit Xylol und darauf mit Paraffin; bessere Resultate lieferte jedoch consecutive Uebertragung der Darmstücke aus absolutem Alkohol in Chloroform, dann in eine gesättigte Lösung von Paraffin in Chloroform und endlich in reines geschmolzenes Paraffin für mehrere Stunden, indem bei letzterer Methode die Muskelschichten des Darmes weniger erhärten und sich gleichförmiger schneiden lassen, als nach der Xylolbehandlung. Mittelst des Minot-Zimmermann'schen Mikrotomes stellte ich von den Paraffinpräparaten Schnittserien von 0,01 mm Dicke her und übertrug dieselben auf dünne, reine Glimmerplatten in der Weise, dass ich die letzteren mit einer reichlichen Schicht verdünnten (33,3procentigen) Alkohols benetzte, die Serien in demselben ausbreitete, dann die Platte für mehrere Minuten auf der ebenen Oberfläche eines bis zu 36—37° C. erwärmten, mit Wasser gefüllten Kesselchens liegen liess, bis sich die Schnitte gut ausgebreitet hatten, und endlich die überschüssige Flüssigkeit durch entsprechende Neigung der Platte abtropfen liess, wodurch eine dichte Anlagerung der Serien an letztere bewirkt wurde. Nach völliger Austrocknung der Platten binnen 24 Stunden wurden mittelst einer Scheere kleine, mehrere Schnitte umfassende Stücke aus derselben



entnommen, mittelst Xylol und darauf noch mittelst Chloroform völlig von Paraffin befreit, in 96 procentigem Alkohol abgespült und endlich in die geeigneten Farbstofflösungen übertragen. Nach Abspülung und teilweiser Entfärbung der Schnitte in schwächerem Alkohol, Entwässerung in absolutem und Aufhellung in Cedernholzöl oder Minot'schen Oelgemisch (1 Teil Nelkenöl mit 4 Teilen Thymianöl) wurden dieselben in Balsam eingeschlossen.

Um das Verhalten des Mucins in den Becherzellen gegen verschiedene Farblösungen näher kennen zu lernen, stellte ich zahlreiche vergleichende Versuche mit Carmin- und Haematoxylinlösungen, sowie mit verschiedenen basischen Theerfarbstoffen an. Nur die letzteren lieferten ständige positive Resultate, am geeignetsten erwies sich aber für meine Zwecke das von Hoyer [11] zu Mucinfärbung empfohlene Thionin und seine Derivate, welche dadurch sich besonders auszeichnen, dass sie nicht nur das Mucin durch seine metachromatische (rotviolette) Färbung von dem sich blau tingierenden Kern und Protoplasma scharf differenzieren, sondern auch die geringsten Spuren von vorhandenem Mucin noch deutlich wahrnehmen lassen. Zwar liefern auch noch andere Theerfarbstoffe, wie insbesondere auch das Methylenblau und Phenylenbraun (Vesuvין, Bismarckbraun) recht intensive Tinctionen des Mucins, doch unterscheidet sich dieselbe nur durch ihre Intensität von der der übrigen Zellbestandteile und bietet somit nicht die Prägnanz und Sicherheit des Thionins. Zwar liefert auch Safranin eine metachromatische Färbung des Mucins, aber seine Wirkungsweise lässt in Bezug auf Ständigkeit und Sicherheit viel zu wünschen übrig. Nach solchen Erfahrungen habe ich bei meinen weiteren Untersuchungen vorzugsweise nur das Thionin in Anwendung gebracht.

Da das Ziel meiner Untersuchungen wesentlich auf die Darlegung der Veränderungen gerichtet war, welche sich an den Becherzellen während der verschiedenen Secretionsstadien nachweisen lassen, so habe ich meine Aufmerksamkeit nicht sowohl auf die mannigfachen Formerscheinungen der betreffenden Zellen in dem gewöhnlichen physiologisch normalen Zustande der Tiere gerichtet, zumal dieselben bereits von sehr zahlreichen Untersuchern nach den verschiedensten Richtungen erforscht und sehr genau beschrieben worden sind, als

vielmehr auf die Veränderungen, welche nach künstlich beschleunigter und gesteigerter Secretion an den Becherzellen zu Tage treten. Zur Erregung vermehrter Secretion prüfte ich zunächst die Wirkung von wenig reizenden Abführmitteln, insbesondere injizierte ich den Magen von Kaninchen grössere Dosen von Natriumsulphat, sowie einer gummösen Emulsion von Ricinusöl, ohne jedoch danach starke Entleerungen zu bewirken; auch vermochte ich nach denselben keine auffälligen mikroskopischen Veränderungen an den Becherzellen wahrzunehmen. Ungleich energischer wirkend erwies sich dagegen artifizielles Muscarin und noch intensivere Wirkung als dieses entfaltete das salzsaure Pilocarpin. Nach subcutaner Injection von zwei Milligramm (2 ccm einer 0,1 procentigen Lösung) erfolgte bei Katzen und Hunden mittlerer Grösse nach etwa einer halben Stunde heftiges Erbrechen, reichliche breiige und weiterhin flüssige Entleerungen der Faeces, starker Speichel- und Thränenfluss; nach einiger Dauer sistierten allmählich diese Erscheinungen, worauf die Tiere erschöpft liegen blieben, bis sie nach etwa zwei Stunden sich zu erholen begannen. Bei Kaninchen und Meerschweinchen war zur Herbeiführung der gleichen Wirkung eine wesentlich stärkere Dosis von Pilocarpin notwendig, ja sie ertrugen noch ganz gut die zehnfache Menge des bei Hunden und Katzen in Anwendung gebrachten, also eine Dosis, welche für letztere unbedingt tödlich sich erwies. Da nach der Einwirkung von Pilocarpin die Veränderungen an den Becherzellen des Rectums sich bei den Nagern zwar wesentlich ähnlich darstellten als bei den Carnivoren, aber doch weniger auffällig zu Tage traten und selbst auch die allgemeine Wirkungsweise des Pilocarpins bei den ersteren eine viel schwächere war als bei den letzteren, so habe ich den grössten Teil meiner Untersuchungen an Carnivoren angestellt, und zwar hauptsächlich an Katzen. Meist tötete ich die Tiere 2 Stunden nach erfolgter Injection einer einfachen Pilocarpindose, nachdem die heftigeren Wirkungen derselben völlig sistiert hatten. Ich fand dann den Darm meist ganz von Chymus und Koth entleert, stark contrahiert, mit dünnem, schleimigen und gallehaltigen Ueberzuge auf der Schleimhaut und teilweise mit Gas erfüllt. Bei mehreren Tieren wurde die Injection 2—3 mal in mehrstündigen Intervallen wiederholt; bei mehreren

wurden durch 5 Tage Injectionen mit steigenden Dosen bis zu 5 Milligramm appliciert, wobei jedoch nur relativ schwache Secretionswirkungen erzielt wurden. — Andere Tiere liess ich nach erfolgter einfacher Injection und dadurch bewirkter energischer Secretion und Entleerung durch 1—4 Tage am Leben, ohne dass jedoch denselben irgend welche Nahrung gereicht wurde, ausser reinem Wasser. Nach schneller Tötung aller in der beschriebenen Weise mit Pilocarpin behandelten Tiere wurden den Wandungen des Ileum, Colon und Rectum kleine Stücke entnommen und in der oben beschriebenen Weise fixiert, in Paraffin eingeschmolzen, geschnitten und gefärbt. Auf diese Weise bin ich zu folgenden Wahrnehmungen gelangt:

Bei gewöhnlichen normalen Tieren ohne Pilocarpinbehandlung ist die Zahl der mucinhaltigen Becherzellen an der ganzen inneren Darmoberfläche eine sehr wechselnde, aber im allgemeinen eine relativ geringe. In den Lieberkühn'schen Crypten des Dünndarmes finden sich nur ausnahmsweise vereinzelte Becherzellen, im Dickdarm dagegen stets sehr zahlreiche, am reichlichsten entwickelt erscheinen sie in den Crypten des Rectums. In letzterem sind sie so zahlreich zwischen die gewöhnlichen Cylinderzellen eingestreut, dass sie mit denselben alternieren. An mit Thionin gefärbten Schnitten erscheinen die Körper der Cylinderzellen hellblau, die Kerne intensiver blau tingiert, das Mucin in den Becherzellen rotviolett mit netzförmiger Zeichnung, die Kerne und das übrige Protoplasma in letzteren meist noch dunkler gefärbt als in den Cylinderzellen. Das Mucin in den Becherzellen des Fundus oder tiefsten Abschnittes der Crypten erfüllt den grössten Teil des Zellenkörpers, so dass nur ein schmaler Saum von Protoplasma mit abgeplattetem Kern an der Basis der Zelle übrig bleibt; die Färbung des Mucins erscheint hier aber wesentlich schwächer als in den inneren Abschnitten der Crypte. In dem mittleren Abschnitte derselben stellt sich das Mucin wie zu einem grösseren Klumpen zusammengeballt und von dem umgebenden Protoplasma scharf abgegrenzt dar; aus der weit geöffneten Mündung an dem freien Ende der Zelle tritt dasselbe in den Hohlraum des Drüsenschlauches über. In dem inneren, d. h. dem der freien Schleimhautfläche oder dem Darmlumen nächstgelegenen Abschnitte der Crypte erscheint die Theca der Becher-

zelle zu einem grossen Teile bereits entleert und auf einen kleineren Umfang reduciert, der grössere Abschnitt des Zellkörpers wird vom Kerne und Protoplasma eingenommen. An diesen Stellen findet man auch einzelne sogenannte schmale Zellen ohne Mucin und Basalsaum, welche sich dunkelblau färben und ohne Zweifel Becherzellen entsprechen, die ihren ganzen mucinösen Inhalt entleert haben. Der gestrichelte Basalsaum (bourrelet) überzieht sämtliche Cylinderzellen an der freien inneren Oberfläche des Dünn- und Dickdarmes und senkt sich bis zu einer gewissen Tiefe auch in die Crypten hinein; in den tieferen Abschnitten derselben habe ich ihn aber nicht mehr wahrnehmen können.

Nach Klose [13] und Heidenhain [12] sollen bei heftiger Pilocarpinwirkung (nach wiederholter Injection desselben in eine Vene) die Becherzellen der Rectumcrypten bei Kaninchen ihren ganzen mucinösen Inhalt entleeren und danach völlig das Aussehen der gewöhnlichen Cylinderzellen gewinnen. Bizzozero [8] dagegen behauptet, dass auch nach Pilocarpinwirkung die entleerten Becherzellen von den benachbarten Cylinderzellen durch ihr dunkelkörniges Aussehen noch deutlich zu unterscheiden sind. Mir selbst ist es weder beim Kaninchen oder Meerschweinchen, noch bei Katze und Hund gelungen, eine völlige Ausstossung des mucinösen Inhaltes aus sämtlichen Becherzellen herbeizuführen, und zwar selbst nach wiederholter Injection gleicher Pilocarpindosen im Verlaufe von 6 Stunden oder nach täglich einmaliger Injection während einer ganzen Reihe von Tagen. Zwar erschien in letzteren Fällen die Mucinmenge noch stärker vermindert, als nach einmaliger Application des Mittels, aber stets liess sich in dem grösseren Teile der Becherzellen eine wenn auch wesentlich verminderte und bedeutend schwächer tingierbare Quantität von Mucin nachweisen. Eine völlige Ausstossung des letzteren zeigten in vielen Crypten nur die Zellen des tieferen Abschnittes und des Fundus (Fig. 1 und 6). Dieselben färbten sich rein hellblau, ihr nunmehr weiter nach dem Inneren der Zelle vorgerückter rundlicher Kern dunkler blau; ausserdem war aber die Höhe der Zellen wesentlich vermindert, so dass sie nunmehr cubische oder selbst etwas abgeplattete Form aufwiesen. Hier und dort zeigten sich noch kleine dünne Schichten von Mucin ihrer freien Fläche aufgelagert.

Ein sehr instructives Bild boten solche Zellen, deren mucinöser Inhalt zum grösseren Teile ausgestossen war, aber noch einen kleinen Abschnitt des freien Zellendes erfüllte (Fig. 1 und 6 bei *bb*). Die betreffenden Zellen waren unzweifelhaft Becherzellen, doch boten sie in ihrem tieferen Abschnitt bereits ganz das Aussehen von gewöhnlichen Cylinderzellen dar. Solche Bilder lassen keinen Zweifel darüber aufkommen, dass die Becherzellen nach völliger Entleerung des Schleimes ganz das Aussehen mucinfreier Cylinderzellen annehmen können. Doch ist dies nur der Fall in den tieferen Abschnitten der Crypten, wo die Becherzellen sehr zahlreich und dicht gelagert sind, und nach der Entleerung ihres schleimigen Inhaltes ausreichend freien Raum gewinnen zu freier Ausbreitung im queren Durchmesser. Nach Ausstossung des Secretes vermindert sich sehr bedeutend das Volumen der Zelle; dieselbe flacht sich ebenso ab, wie in den Schleimdrüsen nach Pilocarpinwirkung, und giebt dadurch ebenso wie in letzteren Anlass zu bedeutender Erweiterung des Lumens im Drüsenschlauche.

Anders gestalten sich die Verhältnisse an den Stellen, an welchen die Becherzellen sparsamer zwischen die Cylinderzellen eingestreut sind, wie dies an der Mündung der Crypten und der freien Schleimhautoberfläche der Fall ist. Bei verstärkter Secretion der Mucosa verlieren die Cylinderzellen wesentlich weniger an Inhaltsmasse als die Becherzellen; ihr Längsdurchmesser wird dadurch kaum wahrnehmbar vermindert, ebenso auch der Querdurchmesser. In der Richtung des letzteren üben die Zellen vielmehr einen gegenseitigen Druck auf einander aus, und somit auch auf die zwischen die Cylinderzellen eingestreuten Becherzellen, deren Inhalt ausgestossen worden ist. Letztere können in Folge dieses Seitendruckes sich nicht im Längsdurchmesser contrahieren, werden vielmehr in querer Richtung comprimiert und bieten in diesem Zustande das Bild der sogenannten *schmalen* Zellen dar (Fig. 4 und 5 bei *aa*; bei *bb* dagegen in Fig. 5 beginnen sich dieselben von neuem mit schleimigem Secret zu füllen). Das verdichtete Protoplasma und der verschmälerte und in die Länge gezogene Kern zeigen eine wesentlich intensivere Färbung als an den benachbarten Cylinderzellen. Die den Basalsaum des Darmepithels durchsetzende freie Mündung der Zellen und stellenweise geringe Ueberreste von

Mucin in der entleerten Theca, die bei Thioninfärbung durch ihre violette Tinction sich manifestieren, liefern den Beweis, dass die schmalen Zellen zusammengefallene, secretfreie Becherzellen darstellen.

In den mittleren und den der Schleimhautoberfläche genäherten Abschnitten der Crypten habe ich die Becherzellen in den meisten Fällen noch mit mehr weniger reichlichen Mucinmengen erfüllt angetroffen (Fig. 2, 3, 6). Da wo die Theca den grössten Teil der Zelle einnimmt und der Kern in das tiefste Endstück der Zelle herabgedrückt und comprimiert ist, erscheint er auch meist intensiver gefärbt als in den schleimfreien Cylinderzellen. An den Zellen mit breitem, an das bindegewebige Substrat angeheftetem Endstück erscheint der Kern abgeplattet, oft halbmondförmig die Theca umfassend (Fig. 2 und 6). An Becherzellen dagegen mit spitz ausgezogenem conischen Endstück zeigt er eine dem letzteren angepasste Gestalt. Während bei einem Tiere die Schleimmasse der Theca sich wesentlich vermindert hat und nur noch den inneren Abschnitt der Zelle einnimmt, wodurch der äussere Abschnitt bereits mehr das Ansehen der gewöhnlichen Cylinderzellen gewinnt, sich hellblau tingiert und einen mehr rundlichen, heller gefärbten und mehr nach innen vorgeschobenen Kern umschliesst (Fig. 2), erscheint bei anderen Kernen der Umfang der grossen ovalen Theca nicht wesentlich vermindert, aber die rotviolette Färbung des Mucins ist nur noch eine sehr schwache, was einen verminderten Gehalt desselben im Secrete der Theca anzeigt (Fig. 3).

An den Stellen der Crypten, in welchen die Becherzellen ihren Inhalt völlig entleert haben, finden sich im Hohlraum der Crypte meist auch nur geringe Ueberreste von Mucin. Wo dagegen die Becherzellen noch mit Secret erfüllt sind, da findet man auch im Lumen der Crypte einen Strang von geronnenem Mucin, welcher sich in die Theca einer jeden Becherzelle unmittelbar fortsetzt (Fig. 2 und 6). Die Schleimklümpchen der letzteren hängen an dem centralen Strange wie die Beeren einer Traube an deren Stiele. Fig. 3 zeigt nur noch vereinzelte und von einander gesonderte Klümpchen von verdichtetem Mucin im Lumen der Crypte, während die Becherzellen noch stark gefüllt erscheinen, aber dieselben enthalten ein wenn auch noch reichliches, so doch mucinarmes Secretmaterial.

Anzeichen von Zerfall und reichlicher Ausstossung von Becherzellen in den Crypten habe ich an meinen Präparaten nicht wahrgenommen, und ebensowenig auch eine reichlichere mitotische Proliferation der Kerne, als sie gewöhnlich im normalen Darme angetroffen wird.

Der Grund, weshalb die Becherzellen im Darmkanal bei Pilocarpinwirkung von ihrem mucinösen Inhalt so schwer und meist auch nur teilweise befreit werden, dürfte wohl in dem Umstande zu suchen sein, dass die secernierende Thätigkeit der Darmschleimhaut wahrscheinlich nicht unmittelbar von Nerven beeinflusst wird, sondern nur mittelbar durch Beschleunigung des Blutstromes und Erhöhung des Blutdruckes unter der Einwirkung von vasomotorischen Nerven. Während Schleim- und Speicheldrüsen bei Hund und Katze nach einfacher Pilocarpin-injection ihr schleimiges Secret meist vollkommen ausstossen, wie dies von Seidenmann (s. diese Zeitschrift, Bd. X. Heft 12. S. 599) nachgewiesen ist, sind bei denselben Individuen die Becherzellen des Darmkanals zu einem grossen Teile noch mit Mucin erfüllt.

Nachdem ich auf diese Weise die alsbald nach erfolgter Pilocarpinwirkung in den Becherzellen zu Tage tretenden Veränderungen kennen gelernt hatte, versuchte ich die Frage zu lösen, in welchem Zeitraum und in welcher Weise die Wiedererzeugung des Mucins in den Zellen der Darmschleimhaut erfolge. In den Schleimdrüsen des weichen Gaumens und den mucinbildenden Speicheldrüsen vollzieht sich die Regeneration des Mucins bereits nach 2 Tagen und ist bereits nach 3 Tagen sehr reichlich, wie dies mein College Seidenmann in der oben erwähnten Arbeit nachgewiesen hat. An denselben Tieren, von denen letzterer sein Material entnommen hat, stellte auch ich meine Untersuchungen über Becherzellen nach der oben beschriebenen Methode an. Es zeigte sich, dass auch hier nach 2 Tagen die Becherzellen sich wieder mit Schleim zu füllen beginnen und dass am dritten Tage dieselben damit wieder sehr reich beladen sind. Eine vermehrte Proliferation der Epithelzellen habe ich dabei nicht constatieren können. Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass der Schleim in denselben Elementen sich neu bildet, welche denselben vorher eingeschlossen und bei der Pilocarpinwirkung ganz oder teilweise entleert hatten, also

ganz entsprechend den Elementen der zusammengesetzten, schleimsecernierenden Drüsen.

An den Schnitten vom Darme pilocarpinisierte Tiere, die 3 bis 4 Tage nach der Pilocarpinwirkung am Leben erhalten waren, aber während dieser Zeit keine Nahrung erhalten hatten, machte sich jedoch noch eine besondere Veränderung auffällig bemerkbar, nämlich eine ganz ungewöhnliche Vermehrung der mucinhaltigen Zellen. Letztere erfüllten nicht nur reichlich die Crypten des Dickdarmes, sondern fanden sich auch viel reichlicher als gewöhnlich in dem oberflächlichen Epithel der Dickdarmschleimhaut. Am auffälligsten war jedoch der ungewöhnliche Reichtum an Becherzellen im Dünndarm, in welchem dieselben bei normalen Tieren nur relativ sparsam aufzutreten pflegen, und zwar fanden sie sich hier nicht nur an der Zottenoberfläche, sondern auch sehr reichlich in der Tiefe der Lieberkühn'schen Crypten, in welchen sie sonst nur ausnahmsweise aufzutreten pflegen. Zwar konnten keine Vergleiche angestellt werden mit dem der Pilocarpinwirkung unmittelbar vorausgegangenen Zustande, aber das beständig so reichliche Auftreten der Becherzellen bei sämtlichen pilocarpinisierten Tieren im Vergleiche mit solchen, die einer derartigen Einwirkung nicht unterworfen gewesen waren, lässt kaum einen Zweifel darüber aufkommen, dass in den ersten Tagen nach der Pilocarpininjection eine ungewöhnlich reichliche *Neubildung* von Becherzellen erfolgt. Diese Conclusion wird auch noch durch die, von mir allerdings nur beiläufig an einigen Schnitten aus der Nasenschleimhaut und Trachea gemachte Wahrnehmung bestärkt, dass auch in den Cylinderepithelien anderer Schleimhäute nach der Pilocarpinwirkung ein ungewöhnlicher Reichtum an Becherzellen sich bemerkbar macht.

Dass diese neuen Schleimzellen aus gewöhnlichen cylindrischen Epithelzellen hervorgehen, ist schon a priori sehr wahrscheinlich, zumal eine wesentliche Vermehrung von Kernmitosen nicht wahrzunehmen ist, doch fand ich auch noch sprechende Belege für diese Annahme in meinen Präparaten. So stellt Fig. 4 einen Schnitt vom Epithel an der Zottenoberfläche des Ileum einer Katze dar, welche zwei Tage nach erfolgter energischer Pilocarpinwirkung getötet worden war. Man sieht bei *cc* zwei Becherzellen, deren Theca noch ganz geschlossen ist



und nur mittelst eines ganz fein ausgezogenen Kanälchens den gestrichelten Basakraum zu durchbrechen beginnt, ganz wie dies von van Gehuchten [9] für die Zellen im Darmkanal von Ptychoptera beschrieben worden ist. An anderen Stellen des Schnittes finden sich mucinhaltige Cylinderzellen mit noch völlig geschlossenem Basalsaum. Meiner Ueberzeugung nach lassen die betreffenden Bilder kaum eine andere Deutung zu, als dass die Becher aus Cylinderzellen hervorgegangen und noch mit deren Basalsaum versehen sind; das schleimige Secret beginnt eben die Stäbchen des Saumes aus einander zu drängen und auf diese Weise sich einen Weg zu bahnen zur freien Schleimhautoberfläche.

Zu sicherer Feststellung der obigen Wahrnehmungen bedürfte es allerdings noch weiterer sorgfältiger Untersuchungen, zu welchen es mir an Zeit gebricht. Jedenfalls giebt aber die Pilocarpinwirkung weiteren Untersuchern der Schleimsecretion ein sehr bequemes Mittel an die Hand, um nicht nur beliebig reichliche Becherzellen in verschiedenen Schleimhäuten nach Bedürfnis zu producieren, sondern auch die Bildung und Umwandlung derselben in verschiedenen Stadien und in allen Einzelheiten genau zu verfolgen. —

Vorliegende Arbeit ist ihrem wesentlichen Inhalte nach bereits am 4. Juni 1892 der biologischen Section der Warschauer Gesellschaft der Naturforscher vorgelegt worden und in No. 3 des 4. Jahrganges der Protokolle der Gesellschaft in russischer Sprache abgedruckt.

---

### Litteratur.

---

1. F. E. Schulze, Epithel- und Drüsenzellen. Archiv für mikr. Anat. 1867. Bd. III. S. 137.
2. Dr. Th. Eimer, Zur Geschichte der Becherzellen, insbesondere derjenigen der Schleimhaut des Darmkanales. Berlin 1868.
3. J. List, Ueber Becherzellen. Archiv für mikr. Anat. 1886. Bd. XXVII. S. 481.
4. J. Paneth, Ueber die secernierenden Zellen des Dünndarmepithels. Archiv für mikr. Anat. 1888. Bd. XXXI. S. 113.

5. O. Drasch, Die physiol. Regeneration des Flimmerepithels der Trachea. Wiener akad. Sitzungsber. Bd. LXXX. Abtlg. III. October 1879. — Zur Frage der Regeneration des Trachealepithels, mit Rücksicht auf die Karyokinese und die Bedeutung der Becherzellen. Ebenda. Bd. LXXXIII. Mai 1881.
6. Th. Eimer, Neue und alte Mitteilungen über Fettresorption im Dünndarm und im Dickdarm. Biolog. Centralblatt. 1884. Bd. IV. No. 19.
7. J. Steinhaus, Ueber Becherzellen im Dünndarmepithel der Salamandra maculosa. Archiv für Anat. u. Physiol. Physiol. Abteilung. 1888. S. 311—322.
8. G. Bizzozero, Ueber die schlauchförmigen Drüsen des Magendarmkanals und die Beziehungen ihres Epithels zu dem Oberflächenepithel der Schleimhaut. Archiv für mikr. Anat. 1889. Bd. XXXIII. S. 216—246.
9. A. van Gehuchten, Le mécanisme de la Sécrétion. Anatomischer Anzeiger. 1891. S. 12.
10. R. v. Seiller, Ueber die Zungendrüse von Anguis, Pseudopus und Lacerta. Archiv für mikr. Anat. 1891. Bd. XXXVIII. S. 177—264.
11. H. Hoyer, Ueber den Nachweis des Mucins in Geweben mittelst der Färbemethode. Archiv für mikr. Anat. 1890. Bd. XXXVI. S. 310—374.
12. R. Heidenhain, Physiologie der Absonderungsvorgänge. Im Handbuch der Physiol. herausgegeben von L. Hermann. 1880. Bd. V. T. 1. S. 165.
13. G. Klose, Beitrag zur Kenntnis der tubulösen Darmdrüsen. Diss. Breslau 1880.
14. W. Biedermann, Zur Histologie und Physiologie der Schleimsecretion. Wiener akad. Sitzungsber. October 1886. Bd. XCIV. 3. Abteilg. S. 250.
15. H. J. L. Struiken, Beiträge zur Histologie und Histochemie des Rectumepithels und der Schleimzellen. Diss. Freiburg i. B. 1893.

### Erklärung der Tafel IX.

Sämtliche Zeichnungen sind nach mit Thionin gefärbten Schnitten vom Darmkanal verschiedener Katzen angefertigt. Die Tiere waren alle der Wirkung einer Pilocarpindosis von 2 mg unterworfen und etwa zwei Stunden darauf getötet worden, nur Fig. 5 stammt von einem Tiere, dem zwei solche Dosen mit einem Intervall von 24 Stunden injiziert worden waren, und Fig. 4 von einer Katze, die noch zwei Tage lang nach der Injection am Leben erhalten war. Bei Herstellung der Zeichnungen wurde Object 7 mit Ocular 3 von Hartnack in Anwendung gebracht, nur bei Fig. 4 das hom. Immersionsobjectiv 1,8 mm mit Ocular 3 von Reichert.

Fig. 1. Schnitt von einer Crypte des Rectum mit fast vollständiger Ausstossung des Mucins und starker Abflachung der Zellen im Fundus der Crypte. Bei *aa* Ueberreste von Mucin an der Zelloberfläche, bei *bb* solche Ueberreste noch in den Zellen selbst.

- Fig. 2. Mittelstück einer Rectumcrypte. Die Becherzellen noch nicht ganz entleert; das Secret in ihren Thecae hängt unmittelbar zusammen mit dem geronnenen Mucinstrange im Lumen der Crypte.
- Fig. 3. Dasselbe von einem anderen Tiere. Die Becherzellen erscheinen noch ganz gefüllt, aber ihr Inhalt ist nur schwach gefärbt. Im Lumen der Crypte finden sich vereinzelt Schleimklümpchen.
- Fig. 4. Schnitt von der Zottenoberfläche im Ileum. Bei *aa* liegen *schmale*, sich mit Mucin von neuem anfüllende Zellen; bei *bb* solche schon stärker gefüllt. Bei *cc* zeigen sich neu gebildete Becherzellen, deren Thecainhalt den Basalsaum zu durchbrechen beginnt.
- Fig. 5. Schnitt von dem inneren Endstück einer Crypte des Colon mit völliger Ausstossung des Mucins. Bei *aa* „schmale“ Zellen.
- Fig. 6. Ganze Crypte des Rectum; völlige Entleerung und Abflachung der Schleinzellen im Fundus, während die übrigen Abschnitte der Crypte noch wenig verändert erscheinen.



# Zur Homologie der menschlichen Extremitäten

von

Dr. W. Melzer,

k. u. k. Stabsarzt<sup>1)</sup>.

---

(Mit 1 Holzschnitt.)

---

Die für Anatomen wie Anthropologen gleich bedeutsame Frage nach der Homologie der doch augenscheinlich nach ähnlichem Typus gebauten oberen und unteren Extremitäten des Menschen hat von jeher berufene Forscher angeregt und beschäftigt, indes trotzdem eine allgemein befriedigende Lösung bisher nicht gefunden. Allerdings wurde in neuerer Zeit, insbesondere durch Gegenbaur's bahnbrechende Forschungen<sup>2)</sup>, ein homologes Verhalten zwischen den *Einzelteilen* des knöchernen Skelettes beider Gliedmaassen unzweifelhaft festgestellt, und ist solches auch andererseits hinsichtlich der Extremitätenweichteile, wenn auch in eingeschränkterer Weise, vielfach nachzuweisen versucht worden: doch, wenn man beide Extremitäten als *Ganzes* mit einander verglich, vermisste man alsbald die erwartete Homologie und stiess immer auf anscheinend kaum zu lösende Widersprüche.

Zu dieser Vergleichung erachtete man stets (namentlich seit Winslow 1775) jene Lage der oberen Extremität als die richtige, in welcher sich der Vorderarm in Supination befindet, weil dann die Beuge- wie die Streckfläche des Armes ebenso in einer einzigen Ebene liegt, wie es an der unteren Extremität der Fall ist; immer galt näm-

---

<sup>1)</sup> Nach der gleichnamigen Studie des Verfassers in den Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien. 1893. Bd. XXIII. H. 4 u. 5. S. 124.

<sup>2)</sup> C. Gegenbaur, *Carpus und Tarsus*, 1864 und *Grundzüge der vergleichenden Anatomie*, 1878.

lich die Annahme, dass die untere Gliedmaasse im wesentlichen ihre ursprüngliche Lage beibehalten und nur die obere im Laufe der Zeit grössere Lageveränderungen erlitten habe.

Bei der so vorgenommenen Vergleichung erhielt man nun das befremdliche Resultat, dass „einerseits die Beugeflächen beider Extremitäten von einander abgekehrt, deren Streckflächen aber einander zugekehrt waren, und andererseits der Daumen an der Aussenseite des Armes, die ihm entsprechende grosse Zehe dagegen an der Innenseite des Fusses gefunden wurde, während doch das *Tuberculum majus humeri* und der ihm gleichwertige *Trochanter major femoris* gleichmässig an der Aussenseite ihrer Extremitäten standen.“

Rechnet man dazu das wieder in anderer Richtung abweichende Verhalten des Schulter- und Beckengürtels zu einander, wie es noch später erörtert werden soll, so muss das Ergebnis dieser Vergleichung allerdings hinsichtlich der gesuchten Homologie als ein wenig befriedigendes bezeichnet werden.

Aber gerade das so auffällig Widersprechende und Unerklärliche im gegenseitigen Verhalten beider Gliedmaassen liess mehr und mehr die Ueberzeugung reifen, dass diese Contraste sich erst secundär entwickelt haben können und die Homologie der Extremitäten ursprünglich eine vollkommenere gewesen sein müsse.

Zur Klärung dieser eigentümlichen Verhältnisse beizutragen, bezwecken nun die folgenden Betrachtungen. Der Natur der Sache nach sei zuerst in Erörterung gezogen:

### I. Das Extremitäten-Skelett.

Da die Homologie zwischen den einzelnen Teilen des Knochengerstes der oberen und unteren Gliedmaassen, wie sie Gegenbaur (l. c.) fixiert hat, als bekannt vorauszusetzen ist, so kann hier sogleich in die Besprechung der vorerwähnten befremdenden Resultate eingegangen werden, wie sie hervortreten, wenn man beide Extremitäten im ganzen mit einander vergleicht.

Gegenbaur<sup>1)</sup> hat auch dafür eine aufklärende Hypothese auf-

<sup>1)</sup> C. Gegenbaur, Ueber die Drehung des Humerus. Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft. 1868.

gestellt: Er glaubt (welche Idee übrigens schon Martius<sup>1)</sup> ein Decennium früher ausgesprochen hatte) in der eigentümlichen spiraligen Windung der äusseren Kante des Humerus (von Albrecht nach dem Vorgange der Franzosen *Linea aspera humeri* benannt) den Angelpunkt zur Lösung dieser Schwierigkeiten gefunden zu haben, und hat mit Hinweis auf die Form dieser Spirallinie durch bezügliche genetische und embryologische Befunde den Nachweis zu liefern getrachtet, dass der Humerus thatsächlich eine ungefähr halbkreisförmige Drehung im Sinne jener Linie erfahren habe, so dass also der *Condylus humeri lateralis* sich ursprünglich an der Innenseite des Humerus befunden habe und erst durch diese bei fixiertem Oberarmkopfe vor sich gegangene post-axiale Torsion an die Aussenseite gelangt sei; und da auch Vorderarm und Hand diese Drehung hätten mitmachen müssen, so wäre damit der Nachweis gegeben, dass die obere Extremität sich einstens in derselben Position (Beugefläche nach rückwärts, Daumen innen) befunden habe, wie sie jetzt noch die untere aufweist.

So scharfsinnig und bestrickend diese Theorie ist, so wurden gegen dieselbe doch bald von anderen Forschern [Schmid<sup>2)</sup>, P. Albrecht<sup>3)</sup> u. a.] berechnigte Einwendungen erhoben, und namentlich betont, dass die angeführten Befunde für die Annahme einer so gewaltigen Drehung keineswegs beweiskräftig genug seien und dass bei einer Retorsion des Humerus in die supponierte frühere Lage eine unlösbare Verwirrung der Weichteile des Armes zu Tage käme.

Albrecht selbst stellte dafür eine andere Hypothese auf, nach welcher nicht eine Torsion des Humerus, sondern eine allmähliche Verschiebung des *Capitulum radii* vom *Epicondylus humeri medialis* über die Beugeseite der Ulna weg zum *Epicondylus humeri lateralis* stattgefunden habe, der Humerus selbst aber in der — vorausgesetzten — ursprünglichen Lage (nämlich mit der Beugefläche nach rückwärts wie bei der unteren Gliedmaasse) unverrückt verharret sei. Dem grellen Widerspruche, dass ja doch die Beugefläche des Oberarmes in Wirk-

<sup>1)</sup> Martius, Nouvelle comparaison de membres pelviens et thoraciques etc. Annales de sciences naturelles. 1857.

<sup>2)</sup> Schmid, Ueber die gegenseitige Stellung der Gelenks- und Knochenachsen der vorderen und hinteren Extremitäten der Wirbeltiere. Archiv für Anthropologie 1873.

<sup>3)</sup> P. Albrecht, Beitrag zur Torsionstheorie des Humerus etc. Kiel. 1875.

lichkeit nach vorn sieht, begegnet Albrecht mit der ganz willkürlichen Annahme, dass sich eben in dieser Entwicklungsperiode die Beugeseite des Oberarmes in die Streckseite, und ebenso dessen Streckseite in die Beugeseite umgewandelt haben müsse<sup>1)</sup>, und giebt sich demzufolge die begreiflicher Weise vergebliche Mühe, nachzuweisen, dass z. B. die am Oberarme befindlichen Beugemuskeln den Streckmuskeln am Oberschenkel u. s. w. entsprächen!

Aus alledem leuchtet ein, dass die Verschiedenheiten in der Lagerung der oberen und unteren menschlichen Gliedmaassen auf dem von diesen Autoren angegebenen Wege wohl kaum zu stande gekommen sein können.

Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dass diese Unterschiede als das Product vorausgegangener Entwicklungsphasen aufzufassen sind. Da will es mir nun scheinen, als ob bei dem Bestreben um die Aufhellung dieser Frage auf das causale Moment zu wenig Bedacht genommen worden sei. Es müssen ja doch grosse und allgemein wirkende Naturnotwendigkeiten gewesen sein, welche den Extremitäten gerade diese Formation aufgezwungen haben und die eben wegen ihrer Allgemeinheit der Nachforschung doch kaum verborgen bleiben können, mit deren Erkenntnis aber auch das Verständnis für diese natürlichen Vorgänge erschlossen sein müsste.

Und in der That gewinnt man bei aufmerksamer Betrachtung der Wirbeltierentwicklung immer mehr die Ueberzeugung, *„dass die Lageverschiedenheiten der Extremitäten im wesentlichen durch die von den wechselnden Lebensbedürfnissen verlangte allmähliche Aenderung der Gebrauchsweise derselben herbeigeführt worden seien.“*

Man findet nämlich bei niederen Quadrupeden (Sauriern) die noch wenig von einander differencierten Extremitäten fast horizontal vom Stamme abstehend mit ventral gerichteten Beugeflächen (als Fortsetzungen der Bauchfläche) und dorsal gerichteten Streckflächen (als Fortsetzungen der Rückenfläche); die Ellbogen und Kniee sind nach aussen gekehrt und die Winkalebene ihrer Gelenke steht fast senkrecht auf der Medianebene des Stammes; Radius und Tibia liegen nach

<sup>1)</sup> Wie es übrigens auch bei der Gegenbaur'schen Hypothese bezüglich des nicht torquierten Oberarmkopfes angenommen werden müsste!

vorn und, da zum Gehen der distale Extremitätenteil schon frühzeitig etwas proniert werden musste, mehr nach innen.

Mit so gestellten Gliedern konnte freilich der Gang nur ein unvollkommener, ein Kriechen auf dem Boden hin sein. In dem natürlichen Drange, diesen Gang zu verbessern und dabei auch ein Erheben vom Boden zu ermöglichen, hat nun das Tier mit richtigem Instincte allmählich die diesem Zwecke entsprechende Aenderung in der Stellung seiner Gliedmaassen zu finden gewusst, indem es nämlich den Ellbogen immer mehr nach hinten und das Knie nach vorn drehte, so dass die Winkelebene derselben in eine mehr und mehr parallele Richtung zur Medianebene des Körpers gebracht wurde<sup>1)</sup>.

Erst durch diese in der angegebenen Richtung sich nach und nach bei den Reptilien und Amphibien weiter entwickelnde und schliesslich bei den höheren Säugetieren vollendete Vervollkommnung der Extremitätenstellung wurde ein leichter und sicherer aufrechter Gang auf vier Füßsen ermöglicht.

Dass diese Drehung (Rollung) an beiden Extremitäten in entgegengesetzter Richtung, in supinierender an der vorderen und in pronierender an der hinteren Extremität, erfolgte, muss eben wieder dem treffsicheren, instinctiven Gefühle des Tieres zugeschrieben werden, weil ein Gang mit gleichmässig nach vorn oder hinten gerichteten Ellbogen und Knien dem Gehmechanismus widersprochen hätte.

Durch diese in den Schulter- und Hüftgelenken vor sich gegangene und ungefähr einen Viertelkreis betragende Drehung bekamen nun die Extremitäten folgende Lagerung:

*„Die hintere Extremität hat der Einwärtsrollung in ihrem Ganzen zu folgen vermocht und ist nun mit ihrer ganzen Beugefläche nach hinten und mit der Streckfläche nach vorn gewendet; die vordere Extremität vermochte aber der Auswärtsrollung nur mit ihrer proximalen Hälfte zu folgen, weil ihre distale Hälfte, um auf der Fusssohle gehen zu können, constant in der Pronationsstellung verbleiben musste: Es sieht daher an der proximalen Hälfte dieser Gliedmaasse die Beugefläche nach vorne und die Streckfläche nach hinten, während*

<sup>1)</sup> L. Fick, Hand und Fuss. Müller's Archiv. 1857.



*an ihrer distalen Hälfte (unterhalb des Ellbogengelenkes beginnend) umgekehrt die Beugeseite nach hinten und die Streckseite nach vorn (somit wie an der hinteren Extremität) gekehrt ist.“*

Mit dieser typischen Extremitätenstellung der höheren Wirbeltiere waren natürlich in der homologen Lagerung der Bestandteile des Extremitätenskelettes auch noch anderweitige Veränderungen, als die eben angeführten hinsichtlich der Streck- und Beugeflächen, vor sich gegangen. Vor allem ist nun die Stellung des Radius zur Ulna eine andere geworden, indem er nun nicht mehr mit derselben parallel liegt, sondern sie an der Vorderseite derart kreuzt, dass sein proximaler Teil nach aussen (lateral) und sein distales Ende nach innen (medial) liegt. An der Innenseite, die hauptsächlich die Körperlast zu tragen hatte und demgemäss sich auch mächtiger entwickeln musste, befindet sich also an der oberen Gliedmaasse der proximale Teil der Ulna mit dem distalen Teile des Radius, an der unteren Gliedmaasse aber die Tibia allein. Diese somit in dieser Hinsicht der gleichen Function dienenden Skeletteile haben daher auch gleichmässig eine stärkere Ausbildung erlangt als jene an der Aussenseite (nämlich der proximale Radius, die distale Ulna und die Fibula), und dieser Ursache entstammt die auch von älteren Anatomen (Cruveilhier, Meckel, Hyrtl u. A.) hervorgehobene Thatsache, dass *„die Ulna in ihrer proximalen und der Radius in seiner distalen Hälfte Form und Character der Tibia zeigen“*<sup>1)</sup>.

Aus diesem Entwicklungsgange wird nun auch *die Lage von Daumen und grosser Zehe verständlich*: denn als das Bedürfnis des Kletterns und Greifens den Anstoss zur Ausbildung dieser Organe gab, mussten dieselben, sollten sie ihrem Zwecke entsprechen, notwendigerweise durch Abgliederung eines Fingers *an der functionswichtigeren Innenseite* der Extremitäten entstehen, also *der Daumen an der Radialseite und die grosse Zehe an der Tibialseite*. Pollex und Hallux sind also ganz homolog gelegen, und nur die irrthümliche Anschauung, dass beim Menschen der Vorderarm in Supination die zur Vergleichung

<sup>1)</sup> Bei einigen Säugetierklassen (Ein- und Zweihufern etc.) hat allerdings der Radius allein die Gestalt und Function der Tibia angenommen, und sind die fast functionslos gewordenen Ulna und Fibula verkümmert.

mit der unteren Gliedmaasse geeignete Stellung habe, konnte zu dem eingangs erwähnten Fehlschlusse führen, dass Daumen und grosse Zehe an entgegengesetzten Seiten ihrer Extremitäten ständen. Denn es unterliegt nach dem Gesagten ja doch keinem Zweifel, dass *auch für den menschlichen Vorderarm die Pronation die ursprüngliche und naturgemässe Ruhelage, demnach die richtige zur Vergleichung mit der unteren Gliedmaasse, darstellt*. Der Mensch hat dieselbe von den durchgehends auf pronierten Vorderfüssen gehenden Quadrupeden übernommen<sup>1)</sup>, da die Supination erst in Uebung kam, als mit der fortschreitenden Entwicklung die vordere Extremität weniger und endlich gar nicht mehr zum Gehen und Stützen verwendet wurde; aber auch dann blieb die Pronation immer überwiegend, wie man sich sehr leicht überzeugen kann, wenn man den Arm in Ruhelage, also ungezwungen und ohne jede willkürliche Muskelaction, frei herabhängen lässt: der Arm erscheint dann stets proniert und niemals supiniert.

In der gegebenen Darstellung der Extremitätenentwicklung findet ferner auch die vielbesprochene Windung der *Linea aspera humeri* ihre befriedigende Erklärung. Dieselbe ist als *der sichtbare Ausdruck des vom Vorderarm auf den Oberarm übergehenden, diagonal wirkenden Pronationszuges* anzusehen; denn wenn auch dieser Zug die Auswärtsdrehung des Oberarmes nicht aufzuhalten im stande war, so vermochte er doch in der Richtung seiner Kraftwirkung die Knochenoberfläche in einer Art Falte — eben der besagten Linie — zu erheben. Bei besonders muskelkräftigen Tieren (Ursus, Elephas etc.) springt darum diese Linie viel auffälliger, schraubengangartig hervor; ja man findet bei diesen Tieren sogar eine vom Condylus humeri medialis in gleicher Richtung diagonal über die Vorderfläche des Humerus hinziehende ähnliche Knochenleiste (also eine *Linea aspera humeri anterior*), die offenbar derselben Ursache ihren Ursprung verdankt; die Condylen des Humerus bilden eben die Hauptangriffspunkte der pronierenden Zugkraft, der laterale natürlich mehr als der mediale. Dass diese Linien nicht einer Torsion des Humerus selbst ihre gewundene Form

---

<sup>1)</sup> Als ein Memento praeteriti erscheint es, dass das Kind, wenn es spielend auf Händen und Füssen geht, die Extremitäten wie die Vierfüssler, also den Vorderarm proniert, stellt.

verdanken, erhellt übrigens auch daraus, dass die innere Kante des Humerus geradlinig geblieben ist.

Aber nicht bloss auf die freien Extremitäten, sondern auch auf die Lage des Schulter- und Beckengürtels äusserte die vorbeschriebene Extremitätenentwicklung ihre rückwirkenden Consequenzen. Beim aufrechten Gehen auf vier Füssen musste nämlich die auf den Extremitäten ruhende Körperlast notwendigerweise einen Gegendruck gegen den Schulter- und Beckengürtel hervorrufen, und zwar in der Richtung des schief nach auf- und vorwärts liegenden Humerus einerseits und des schief nach auf- und rückwärts gelegenen Femur andererseits. Der Effect dieses Aufdrucks konnte kein anderer sein, als dass *der ursprünglich ventrale Teil des Schultergürtels (Coracoid) nach auf- und vorwärts und der ursprünglich ventrale Teil des Beckengürtels (Ischium) nach auf- und rückwärts gedrängt werden mussten*, während durch eine gleichzeitige compensierende Drehbewegung *der dorsale Teil des Schultergürtels (Scapula) nach ab- und rückwärts und der dorsale Teil des Beckengürtels (Ilium) nach ab- und vorwärts gelangen mussten*. (Siehe umstehendes Schema.)

Und da dem Menschen diese Verhältnisse durch Vererbung anhaften, nur mit der Abänderung, dass infolge seines aufrechten Ganges auf zwei Füssen das Vorn und Hinten der Tiere am Stamme bei ihm zum Oben und Unten geworden ist, so wird damit nun die so auffällige Thatsache erklärlich, dass *der Processus coracoideus nach oben und das ihm entsprechende Ischium nach unten sieht*, während wiederum *die Scapula nach abwärts und das ihr gleichwertige Ilium nach aufwärts gerichtet ist*<sup>1)</sup>.

Die vorstehende Darstellung, in der die Hauptunterschiede beider Extremitäten auf ungezwungenem und durchsichtigen Wege ihre befriedigende Aufklärung finden, gestattet sonach die wohlberechtigte

---

<sup>1)</sup> Man kann also (mit Martius) wohl sagen, dass — *cum grano salis* — das Schulterblatt dem Spiegelbilde des senkrecht auf die Spiegelfläche gestellten Hüftbeines zu vergleichen ist. — Selbstverständlich ist dabei zu berücksichtigen, dass das Os pubis beim Menschen kein Analogon am Schultergürtel (bei niederen Wirbeltieren das Procoracoid) wie die Clavicula ebensowenig ein solches am Beckengürtel hat.

Schlussfolgerung, dass thatsächlich *die wesentlichsten Verschiedenheiten in der Lagerung und Gestalt der homologen Teile der oberen und unteren menschlichen Gliedmaassen lediglich infolge der im Laufe der Zeit naturgemäss sich ändernden Function derselben zu stande gekommen seien*, mit anderen Worten, dass *diese Unterschiede mit dem Aufrechtgehen zuerst auf vier und dann auf zwei Füßen in genauestem ursächlichen Zusammenhange stehen*.

Auf anderem Wege kam auch Hatschek <sup>1)</sup> zu ähnlichem Resultate, namentlich, dass beide Extremitäten in dem oben angegebenen Sinne Drehungen in den Schulter- und Hüftgelenken erfahren haben und dass die Pronationsstellung des Vorderarmes dessen natürliche Ruhelage sei.

Auch Holl <sup>2)</sup> stimmt dem bei, nur vertritt er die Ansicht, die Drehung des Armes sei weniger im Schultergelenke, als durch Lageveränderungen des beweglichen Schultergürtels erfolgt. Auch er betont, nur die Pronationsstellung des Vorderarmes sei für die Homologisierung beider Extremitäten zu verwerten, und die *Linea aspera humeri* sei bloss eine Muskelansatzleiste, die eine Torsion des Oberarmes vortäusche.

Und ebenso giebt Kölliker <sup>3)</sup> an, dass beim menschlichen Foetus die Extremitäten in der frühesten Entwicklungsperiode als flossenförmige Anhänge homolog und noch nicht differenciert vom Rumpfe abstehen und erst in ihrer weiteren foetalen Entwicklung eine Drehung im vorbeschriebenen Sinne, also mit den Knien nach vorn und den Ellbogen nach hinten, eingehen, wobei jedoch der Vorderarm proniert bleibt.

Es macht eben der Mensch in der Foetalperiode nach dem bekannten Gesetze die vorausgegangene Entwicklung seiner Art, seine Phylogenese, in Kürze nochmals durch und erreicht damit, ohne weitere individuelle oder specielle Einflüsse des Foetallebens („durch Wachstums-

---

<sup>1)</sup> Hatschek, Die paarigen Extremitäten der Wirbeltiere. Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft auf der 3. Versammlung in Berlin. 1889.

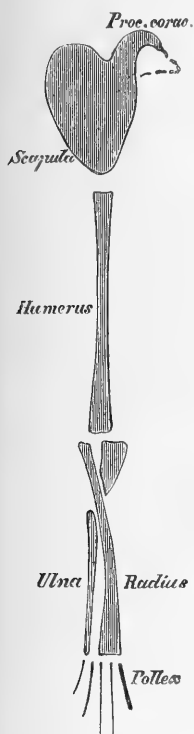
<sup>2)</sup> M. Holl, Ueber die Entwicklung der Gliedmaassen des Menschen. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. 1891.

<sup>3)</sup> Kölliker, Entwicklungsgeschichte. Leipzig. 1889.

vorgänge“, wie man sich ganz allgemein auszudrücken pflegt), einfach zufolge des allgemein gültigen *Vererbungsgesetzes*, die von seinen Vorfahren errungene Entwicklung; *wie aber dieses Erbe im Zeitenlaufe von den vorausgegangenen Geschlechtern allmählich erworben worden sei*, das haben die vorstehenden Erörterungen klarzustellen beabsichtigt.

### Schema der Extremitäten-Homologie.

#### Obere Extremität.



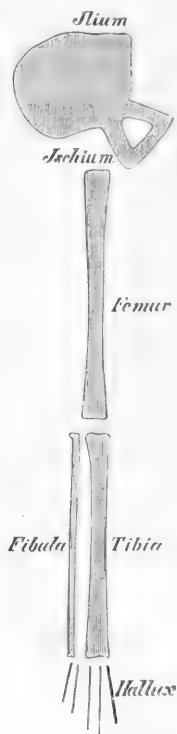
d) Homolog mit Umkehrung von Oben und Unten.

e) Homolog mit Umkehrung von Vorn und Hinten.

b) Homolog mit Umkehrung von Vorn und Hinten, Innen und Aussen.

a) Homolog.

#### Untere Extremität.



Um nun zum Ausgangspunkte dieser Betrachtungen zurückzukehren, also zur Frage der Homologie der menschlichen Extremitäten, so lässt sich das Ergebnis dieser Untersuchungen, vorerst bezüglich des Skelettes, in folgende Sätze zusammenfassen:

Die ursprüngliche Homologie der Extremitäten ist infolge der genetischen Entwicklung derselben beim Menschen mehrfach modificiert, und zwar verschieden nach den einzelnen Abschnitten der Extremitäten. Man findet nämlich:

- a) *Vollkommen homolog gelagert sind nur die distalen Teile der Extremitäten bis unterhalb des Ellbogen- und Kniegelenkes geblieben.*
- b) *In der Ellbogen- und Kniegelenksgegend erscheint die Homologie zweifach modificiert, indem einerseits die Vorderfläche der einen Extremität der Hinterfläche der anderen, und andererseits die Aussenseite der einen der Innenseite der anderen entspricht.*
- c) *Am Oberarm und Oberschenkel ist die Homologie dahin abgeändert, dass die Vorderfläche der einen Gliedmaasse der Hinterfläche der anderen entspricht.*
- d) *Und am Schulter- und Beckengürtel ist die Modification der Homologie darin gelegen, dass das Verhältniss von Oben und Unten des Schultergürtels am Beckengürtel umgekehrt erscheint.*

Uebersichtlich sind diese Verhältnisse in obigem einfachen Schema dargestellt.

## II. Die Extremitäten-Muskeln.

Mit vorstehendem Schema ist zugleich der Weg vorgezeichnet, auf welchem auch die homologen Muskeln beider Gliedmaassen zu finden sein müssen. Dem vorliegenden Zwecke genügt es, nur jene Muskeln zur Vergleichung heranzuziehen, die sich mit ihrem Anfange und Ende am Extremitätenskelette ansetzen. Die Homologie zweier Muskeln muss erkannt werden vornehmlich aus der Anheftung ihrer Ursprungs- und Endsehnen an homologen Knochenstellen, aus ihrem Verlaufe und aus ihrer gleichartigen oder doch verwandten Function<sup>1)</sup>.

Unter diesen Gesichtspunkten werden nun *an der oberen und unteren Extremität des Menschen folgende Muskeln einander homolog gefunden:*

1. Die von der Dorsalfläche der Scapula zum Tuberculum majus hinziehenden Muskeln den von der Dorsalfläche des Ilium zum

---

<sup>1)</sup> Aus dem bisher Gesagten leuchtet ein, dass die Einsicht in die Homologie beider Gliedmaassen sehr erleichtert wird, wenn man sich den Menschen auf Händen und Füßen stehend denkt, oder wenn beim aufrecht stehenden Menschen der Arm senkrecht so erhoben wird, dass seine Beugefläche nach rückwärts sieht, der Vorderarm aber proniert bleibt.

Trochanter major verlaufenden Muskeln, und zwar entspricht (gemäss der Umkehrung von Oben und Unten an Schulter und Becken)

der *Musc. supraspinatus* dem *Glutaeus minimus*,

der *Musc. deltoïd. (Pars acrom.)* dem *Glutaeus maximus*, und

der *Musc. infraspinatus* dem *Glutaeus medius*.

Deltoidaeus und Glutaeus maximus inserieren sich conform etwas tiefer an der Tuberositas humeri bez. femoris; ihr differenter Ursprung ist hauptsächlich durch die mit der zunehmenden Bewegungsfreiheit des Armes herangewachsene Spina scapulae bedingt.

Der *Musc. teres minor* kann als ein vom vorderen Schulterblatt-rande entspringendes Muskelbündel des Infraspinatus betrachtet werden.

2. Desgleichen sind einander homolog die von der Ventralfläche der Scapula zum Tuberc. minus und die von der Ventralfläche des Ilium zum Troch. minor ziehende Muskulatur, also der

*Musc. subscapularis* dem *Iliacus* <sup>1)</sup>.

Der *Musc. teres major* ist als Scapularursprung des Latissimus dorsi anzusehen, wie ja auch öfters am Becken ähnliche, vom vorderen Darmbeinrande zum Iliopsoas hinziehende Muskelbündel beobachtet werden.

3. Unverkennbar ist auch das homologe Verhalten der Streckmuskeln des Vorderarmes und Unterschenkels, also des

*Musc. extensor brachii triceps* und *Extensor cruris quadriceps*.

Deren Ursprungsstellen können als identisch bezeichnet werden, indem die mehr selbständigen Köpfe, das Caput longum tricipitis und der Rectus cruris, ganz symmetrisch der eine unterhalb der Gelenkspfanne (am Tuberc. infraglenoidale scap.) wie der andere oberhalb der Pfanne (an der Spina anterior inferior oss. ilium) entspringen, und die übrigen Köpfe an homologen Stellen des Humerus und Femur entstehen. Und da auch der Anconaeus quartus zu dieser Muskelgruppe gehörig ist, so sind einander gegenüberzustellen <sup>2)</sup>:

<sup>1)</sup> Ein ganz ähnliches Verhalten, wie es der mit der Endsehne des Iliacus sich vereinigende Psoas major zeigt, bietet der Latissimus dorsi, der ja auch knapp neben dem subscapularis inserirt und füglich als Pendant des Psoas angenommen werden kann; zudem ist ja auch der Psoas zuweilen vom Iliacus getrennt zu finden.

<sup>2)</sup> W. Krause, Anatomische Varietäten etc. Hannover. 1880.

*Caput longum tricipitis* dem *Rectus cruris*,  
*Caput medium tricipitis* dem *Vastus lateralis et Cruralis*, und  
*Caput laterale tricipitis* } dem *Vastus medialis*.  
*Anconaeus quartus*

Die Insertion des Extensor brachii triceps und des Anconaeus quartus an der Ulna und andererseits des Extensor cruris quadriceps an der Tibia (mittels des Ligam. patellare proprium) widerspricht allerdings der Thatsache, dass ja doch die Ulna der Fibula homolog ist, erfährt aber später ihre Aufklärung.

4. Identisch sind weiters, auch durch ihre gemeinsame Function als Gelenkscapselspanner, die

*Musc. subanconaei* und *subcrurales*.

5. Einander homolog erweisen sich ferner die einerseits vom Coracoidfortsatze zu Radius und Ulna und die andererseits vom Sitzbein zu Fibula und Tibia verlaufenden Beugemuskeln, nämlich:

- a) der *Musc. biceps brachii* dem *Biceps femoris*. Nur hat das *Caput longum bicipitis brachii* am Femur seine lange Ursprungssehne verloren<sup>1)</sup> und ist so zum *Caput breve bicipitis femoris* geworden, wie umgekehrt das *Caput breve bicipitis brachii* zum *Caput longum bicipitis femoris*<sup>2)</sup>;
- b) der *Musc. coracobrachialis* dem *Semitendinosus* und der *Musc. brachialis internus* dem *Semimembranosus*. Indem der Coracobrachialis eine sehnige Verlängerung am distalen Ende und der Brachialis int. eine häutige Fortsetzung am proximalen Ende erhielt, haben sie die charakteristische Form des Semitendinosus und Semimembranosus bekommen<sup>3)</sup>.

Diese Deutung beider Muskelgruppen wird nicht unwesentlich durch den Umstand unterstützt, dass das *Caput breve bicipitis brachii* am Ursprunge mit dem Coracobrachialis ebenso verwachsen ist, wie das *Caput longum bicipitis femoris* mit dem Semitendinosus, und dass der Brachialis internus ebenso mit

<sup>1)</sup> Zuweilen ist auch am Oberarm das Fehlen dieser Sehne bemerkt worden (Hyrtl).

<sup>2)</sup> Auch von W. Krause (l. c.) fast ebenso gedeutet.

<sup>3)</sup> Bezeichnend ist dabei, dass diese Muskelverlängerungen nur aus sehnigem und häutigem Gewebe bestehen.



der Ellbogengelenkscapsel in enger Verbindung ist und sie vor Einklemmung bewahrt, wie dies beim Semimembranosus bezüglich der Kniegelenkscapsel der Fall ist.

Bezüglich der anscheinend der Homologie widersprechenden Insertionen dieser Muskeln (Biceps brachii am Radius, aber Biceps femoris an der Fibula, Brachialis internus an der Ulna, dagegen Semimembranosus an der Tibia) gilt auch das beim Extensor triceps Gesagte.

Bei der Vergleichung der Muskulatur des Vorderarmes mit jener des Unterschenkels fällt zunächst auf, dass uns an der Wade eine dem Arme anscheinend fremde Muskelgruppe (Gastrocnemius und Soleus) entgegentritt: ferner, dass jener starke Muskelwulst, der an der Radialseite so kräftig hervortritt (die beiden Supinatores und Radiales externi) an der Tibialseite ganz fehlt, und schliesslich, dass fast alle Muskeln des Unterschenkels tiefer ihren Ursprung nehmen, als ihre Partner am Vorderarm (nur der Plantaris und Gastrocnemius haben den Condylenursprung behalten).

Doch gelingt es auch an diesen Gliederabschnitten, wenn auch mitunter mit einiger Schwierigkeit, die homologen Muskeln herauszufinden. So ergeben sich als einander homolog

6. der *Musc. extensor digitorum communis* und *Extensor digitorum communis longus*. Beide schicken ihre Endsehnen zum Rücken des zweiten bis fünften Fingers bez. dieser Zehen; doch entspringt der erstere am Epicondylus humeri radialis und letzterer von der oberen Fibula und vom Condylus externus tibiae.

Als selbständig gewordene fünfte Sehnen beider Muskeln können der

*Extensor dig. min.* und *Peronaeus tert.*

betrachtet werden; beide endigen gleichmässig am Os metacarpale V. resp. Os metarsale V.

7. Ebenso entspricht der

*Extensor pollicis longus* dem *Extensor hallucis longus*.

Beide entspringen analog an Ulna resp. Fibula (doch an dieser tiefer) und gehen zur Endphalanx.

8. Mit dem *Abductor pollicis longus* ist der *Tibialis anterior* zu

vergleichen <sup>1)</sup>. Beide endigen in gleicher Weise am Os metacarpale I. resp. Os metatarsale I., doch kommt jener von Radius und Ulna und dieser nur von der Tibia. Der Tibialis anterior scheint aber zugleich die am Unterschenkel nicht nachweisbaren *Radiales externi* teilweise zu ersetzen, wie denn auch seine Wirkung (Supination des Fusses) mit einer gleichzeitigen Abduction und Extension, also der Gesamtwirkung des Abductor pollicis longus und der Radiales externi, verglichen werden kann <sup>2)</sup>.

9. Der *Musc. ulnaris externus* wird im *Peronaeus brevis* wieder erkannt. Beide inserieren sich gleichmässig am Rücken des Os metacarpale V. bez. metarsale V.; während aber der erstere am Epicondylus humeri radialis entspringt und dann längs der Ulna herabläuft, hat letzterer den Condylenursprung aufgegeben und beginnt sogleich an der der Ulna adäquaten Fibula.

10. Der *Musc. ulnaris internus* wird im *Peronaeus longus* wiedergefunden. Der Ulnaris internus entsteht vom Epicondylus humeri ulnaris und von der Ulna und inseriert sich am Os pisiforme<sup>3)</sup>, wirkt aber über letzteres hinaus mittels des Lig. pisometacarpeum auch auf den Metacarpus; der Peronaeus longus entspringt wieder tiefer von der Fibula, verläuft längs derselben abwärts und wendet sich dann schräg an der Fusssohle zum Os metatarsale I., dabei öfters an den zweiten und dritten Mittelfussknochen Zweigsehnern abgebend.

Für beide Muskeln charakteristisch ist die schlitzförmige Nervendurchbohrung an ihren Köpfen (durch den Nervus ulnaris resp. Nervus peronaeus).

11. Durch die Vereinigung des *Supinator longus* mit dem *Pronator*

<sup>1)</sup> Daher das scheinbare Fehlen eines Abductor hallucis longus.

<sup>2)</sup> C. Bardeleben (Ueber Innervierung, Entstehung und Homologie der distalen Gliedmaassenmuskeln bei den Säugetieren. Anatomischer Anzeiger. VI. Jahrgang. Jena 1891) hält sogar dafür, dass der Tibialis anterior nur die beiden Radiales externi vertrete. Und Testut (s. Wiedersheim, der Bau des Menschen, Freiburg. i. B. 1887) nimmt wieder an, dass im Tibialis anterior auch der Brachioradialis und die beiden Extensores radiales mit dem Abductor pollicis longus stecken. — S. darüber auch L. Fick l. c.

<sup>3)</sup> Auffallenderweise hat oft auch die Sehne des Peronaeus longus am Os cuboideum ein kleines, dem Os pisiforme vergleichbares Sesambein.

teres wurde der *Gastrocnemius* gebildet<sup>1)</sup>; der dem *Supinator longus* entsprechende mediale Kopf des *Gastrocnemius* ist daher etwas stärker als der dem *Pronator teres* entsprechende laterale Kopf. Die Ursprungsstellen dieser Muskeln an den Condylen des Humerus und Femur decken sich; während aber der *Supinator longus* und *Pronator teres* sich tiefer und höher am Radius ansetzen, inserieren sie sich am Unterschenkel vereinigt in der Achillessehne am Fersenbein, um ihrerseits den aufrechten Gang auf zwei Füßen zu ermöglichen.

Da durch die Verwachsung des *Supinator longus* und *Pronator teres* sich deren supinierende und pronierende Wirkung gegenseitig aufhob, so kann eine solche dem *Gastrocnemius* nicht mehr zukommen; deshalb sind auch seine zwei Köpfe näher an einander gerückt (die schief von aussen und innen kommenden Faserbündel entfielen eben), und dem ist es wohl zumeist zuzuschreiben, dass in der *Fossa cubiti* die vom Oberarme herabkommenden Beuger von den Vorderarmmuskeln eingerahmt sind, während in der *Fossa poplitea* umgekehrt die beiden Köpfe des *Gastrocnemius* zwischen den vom Oberschenkel herabkommenden Beugemuskeln liegen.

Die Verschmelzung des *Supinator longus* mit dem *Pronator teres*, wodurch ersterer an die Beugeseite hinübergezogen wurde, sowie das Aufgehen der beiden *Radiales externi* im *Tibialis anterior* machen es nun auch erklärlich, warum die Innenseite der *Tibia* von Muskeln entblösst ist.

12. Nach W. Krause (l. c.) bildet nur der Condylenteil des *Pronator teres* den lateralen Kopf des *Gastrocnemius*, während der *Ulnarkopf* des *Pronator teres* nach Verlauf und Function dem *Popliteus* entspricht.

13. Der *Flexor digitorum communis sublimis* erscheint an der unteren Gliedmaasse infolge der notwendig gewordenen Anwachsung desselben am Fersenbeine (Achillessehne) in zwei Teile getrennt, einen

<sup>1)</sup> Wie auch Krause (l. c.) erklärt. — Bardeleben (l. c.) dagegen hält sonderbarerweise den *Ulnaris internus* für den dem *Gastrocnemius* entsprechenden Muskel und will den *Supinator longus* in seinem *Tibialis medialis* (bei Nagern etc.) wieder erkennen. — Dabei sei noch darauf hingewiesen, dass der untere Winkel der *Fossa cubiti* resp. *poplitea* in gleicher Weise vom *Supinator longus* und *Pronator teres* einerseits und vom *Gastrocnemius* andererseits gebildet wird.

proximalen, den *Soleus*, und einen distalen, den *Flexor digitorum communis brevis*.

So wie der *Flexor digitorum communis sublimis* von der Ulna (und dem Ulnarcondylus) entsteht und tiefer unten vom Radius Verstärkungs-bündel bezieht, so entspringt auch der *Soleus* mit seinem Hauptanteile an der Fibula und nur mit einem schwächeren Teile tiefer an der Tibia. Und die Verwandtschaft des *Flexor digitorum communis sublimis* mit dem *Flexor digitorum communis brevis* ist besonders daraus ersichtlich, dass die zu den zweiten bis fünften Fingern bez. Zehen gehenden Endsehnen beider Muskeln von den tiefen Beugern durchbohrt werden.

14. Der *Palmaris longus* wird leicht im *Plantaris* wieder erkannt. Ihre Ursprungsstellen am Epicondylus humeri ulnaris bez. Epicondylus femoris fibularis sind identisch; im weiteren Verlaufe wird jedoch der *Plantaris* auch in die Achillessehne einbezogen und dadurch behindert, ebenso als Spanner der Plantaraponeurose zu fungieren, wie der *Palmaris longus* als Spanner der Palmarazoneurose<sup>1)</sup>.

15. Dem *Flexor digitorum communis profundus* begegnet man wieder im *Flexor digitorum communis longus*. Beide versehen mit perforierenden Sehnen den zweiten bis fünften Finger, bez. diese Zehen, doch entspringt jener von der Ulna und dieser von der Tibia (also dasselbe anomale Verhältnis wie beim Triceps und Quadriceps).

16. Dieselbe Ursprungsanomalie findet man noch am *Flexor pollicis longus* und seinem Pendant, dem *Flexor hallucis longus*, indem jener vom Radius und dieser von der Fibula ausgeht.

17. Dem *Radialis internus* gleicht nach Insertion und Verlauf vollkommen der *Tibialis posterior* (ersterer vom Ulnarcondylus zum zweiten und dritten Metacarpale, dieser tiefer von der Fibula zum zweiten und dritten Metatarsale ziehend). Allerdings ist der *Tibialis posterior* bei der Wadenbildung in die Tiefe gedrängt worden.

18. Die übrigen kurzen Hand- und Fussmuskeln zeigen im all-

---

<sup>1)</sup> Bei vielen Säugetieren (*Lepus* etc.) hat er bekanntlich noch diese Function; übrigens lässt sich nach Krause (l. c.) auch beim Menschen der Uebergang des *Plantaris* in die *Fascia plantaris* darstellen.

gemeinen eine solche Uebereinstimmung <sup>1)</sup>, dass es genügt, die wenigen Abweichungen davon zu erwähnen. Solche sind:

- a) der *Extensor pollicis brevis* nimmt seinen Ursprung vom Vorderarme (Ulna), der ihm correspondierende *Extensor hallucis brevis* aber vom Fussrücken (Calcaneus);
- b) dasselbe Verhältniss besteht zwischen dem *Extensor indicis proprius* (dem Reste eines, zuweilen noch als Varietät beobachteten (Krause), gemeinsamen kurzen Fingerstreckers) und dem *Extensor digitorum communis brevis*.

Damit wäre die Vergleichung aller jener Muskeln durchgeführt, welche an beiden Extremitäten einen Repräsentanten haben, und es erübrigt nur noch, jener vereinzelt Muskeln Erwähnung zu thun, die bloss der einen Extremität zukommen, der anderen aber abgehen.

Solche *singuläre Muskeln* sind:

- a) an der oberen Extremität: Der *Supinator brevis*, *Pronator quadratus* <sup>2)</sup>, *Palmaris brevis* und *Opponens pollicis* <sup>3)</sup>;
- b) an der unteren Extremität: Die beiden *Obturatoren*, der *Piriformis*, *Quadratus femoris*, *Gracilis*, *Sartorius*, die *Adductoren* und die *Caro quadr. Sylvi* <sup>4)</sup>.

Der Grund, warum diese Muskeln nicht an beiden Gliedmaassen gefunden werden, kann offenbar nur darin gesucht werden, dass dieselben einerseits mit der Aenderung in der Gebrauchsweise einer Extremität functionslos wurden und daher verkümmert und geschwunden sind (Gruppe a), und dass andererseits wieder diese geänderte Function

<sup>1)</sup> Abductor pollicis brevis = Abductor hallucis.

Adductor pollicis = Adductor hallucis.

Abductor digiti V. = Abductor digiti V.

Flexor pollicis brevis = Flexor hallucis brevis.

Flexor digiti V. brevis = Flexor digiti V. brevis.

Opponens digiti V. = Opponens digiti V.

Lumbricales = Lumbricales.

Interossei = Interossei.

<sup>2)</sup> Als Varietät auch am Fusse beobachtet (*Pronator pedis*, Meckel).

<sup>3)</sup> Nach Krause (l. c.) ist der *Opponens pollicis* am Fusse durch jenes Bündel des *Abductor hallucis* repräsentiert, das vom *Os tarsale I* entspringt. — Uebrigens fehlt ein selbständiger *Opponens hallucis* schon dem *Simia troglodytes* (Fick l. c.).

<sup>4)</sup> Adaptiert den Fuss zum Sohlengange, beim Chimpanse noch nicht vorhanden.

einer Extremität zu neuen Muskelbildungen den Anstoss gegeben hat (Gruppe b).

Eine besondere nachträgliche Besprechung erfordert nun die schon im Text hervorgehobene und bei der Muskelvergleichung so verwirrende Thatsache, dass eine grosse Anzahl von sonst als homolog erkannten Muskeln Insertionen aufweisen, die der gangbaren Anschauung über Homologie widersprechen. Obschon nämlich onto- wie phylogenetisch der Radius als Homologon der Tibia und die Ulna als Homologon der Fibula erkannt ist, so inserieren sich doch im Widerspruche dazu

der Triceps brachii	$\left. \begin{array}{l} \text{an der Ulna} \\ \text{an der Tibia} \end{array} \right\}$	dagegen ihre Partner:	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Quadriceps cruris} \\ \text{Semimembranosus und} \\ \text{Flexor dig. comm. long.} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} \text{an der Tibia} \\ \text{an d. Fibula} \end{array} \right\}$
„ Brachialis int. und				
„ Flexor dig. comm. prof.				

und andererseits

der Biceps brachii	$\left\{ \begin{array}{l} \text{am Radius} \\ \text{am Epic. rad.} \end{array} \right\}$	deren Partner aber:	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Biceps fem.} \\ \text{Flexor hall. long. und} \\ \text{Ext. dig. comm. long.} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} \text{an d. Fibula} \\ \text{(letzterer nur grösstenteils).} \end{array} \right\}$
„ Flexor poll. longus				
Ext. digit. comm. am				

Betrachtet man diese Muskeln genauer, so ersieht man zuerst, dass die erwähnten Insertionsanomalieen nur in der Ellbogen- und Kniegelenksgegend vorkommen, und ferner, dass nur die längsten Muskeln diese Abweichung zeigen, nämlich die Strecker und Beuger des Vorderarmes und Unterschenkels und die langen Strecker und Beuger der Finger und Zehen (aber nicht der Gastrocnemius, Soleus, Plantaris etc.).

Wenn man sich nun erinnert, dass infolge der mit der fortschreitenden Extremitätenentwicklung geänderten Lagerungsverhältnisse die Skelettknochen in der Ellbogen- und Kniegelenksgegend eine Verwerfung zwischen innen und aussen erfahren haben, so dass nun der Function nach an den proximalen Teilen die Ulna der Tibia und der Radius der Fibula entspricht (s. Homologie-Schema S. 203 und Verhältnis von Radius und Ulna zur Tibia S. 199), so erscheint das Verhalten der angeführten Muskeln begreiflich und ganz gesetzmässig: es mussten nämlich diese Muskeln, um ihre Function an der oberen und unteren Extremität in gleicher Weise ausüben zu können, auch die

functionell gleichwertigen Knochenpartien zur Insertion wählen, d. h. *die homologen Muskelansätze der oberen Ulna müssen an der oberen Tibia und jene des oberen Radius an der oberen Fibula sich befinden.*

Dass gerade nur die längsten Muskeln zu dieser Verschiebung ihrer Ansatzpunkte genötigt wurden, hängt augenscheinlich mit der Eigenheit ihrer Function zusammen; diese Nötigung muss jedoch für die langen Zehenstrecker keine so allgemein zwingende gewesen sein wie für die Zeheneuger, da der *Extensor digitorum communis longus* noch teilweise an der Tibia seinen Ursprung nimmt <sup>1)</sup> und der *Extensor hallucis longus* gar keine Ursprungsverschiebung erkennen lässt (kommt von der Fibula, wie der *Extensor pollicis longus* von der Ulna).

Es liegt weiter nahe, mit dieser seitlichen Verschiebung auch das Aufgeben des Condylenursprunges der langen Zehen-Beuger und -Strecker in Verbindung zu bringen.

Dass diese Muskelverschiebungen schon aus frühzeitigen Entwicklungsperioden stammen, zeigt eine Beobachtung Bergmann's <sup>1)</sup>, welcher bei Tritonen und Salamandern den Uebergang der Insertion des *Extensor cruris quadriceps* von der Fibula auf die Tibia constatieren konnte.

Nach dieser notwendigen Abschweifung lässt sich nun mit um so grösserer Sicherheit die umstehende tabellarische Uebersicht der homologen Extremitätenmuskeln aufstellen.

Obschon vorerst noch die Nerven und Blutgefässe beider Gliedmaassen in gleicher Richtung zu untersuchen wären, so dürfte doch schon das vorliegende Ergebnis der Untersuchung des Knochen- und Muskelbaues dazu berechtigen, es auszusprechen,

1. *dass die oberen und unteren menschlichen Extremitäten einander thatsächlich homolog sind, und*
2. *dass die verschiedene Gestaltung beider Extremitäten in der stufenweisen Entwicklung der Wirbeltiere ihre Begründung findet, und dass der Mensch somit auch diesen Entwicklungsgang durchgemacht haben müsse.*

<sup>1)</sup> In analoger Weise erhält übrigens zuweilen auch der *Flexor digitorum communis longus* einen accessorischen Kopf an der Fibula.

<sup>1)</sup> Bergmann, Archiv für Anatomie und Physiologie. 1841. S. 202.

## Uebersicht der homologen Muskeln

<i>der oberen Extremität</i>	<i>der unteren Extremität</i>
Supraspinatus . . . . .	Gluteus minimus
Deltoides (Pars acromialis) . . . . .	„ maximus
Infraspinatus } . . . . .	„ medius
Teres minor } . . . . .	
Subscapularis . . . . .	Iliacus
Extensor brachii triceps } . . . . .	Extensor cruris quadriceps
Anconaeus quartus } . . . . .	
Subanconaei . . . . .	Subcrurales
Biceps brachii } Caput longum . . . . .	Biceps femoris { Caput breve
„ } „ breve . . . . .	„ } „ longum
Coracobrachialis . . . . .	Semitendinosus
Brachialis internus . . . . .	Semimembranosus
Extensor digitorum communis . . . . .	Extensor digitorum communis longus
„ digiti minimi . . . . .	Peroneus tertius
„ pollicis longus . . . . .	Extensor hallucis longus
„ „ brevis . . . . .	„ „ brevis
„ indicis proprius . . . . .	„ digitorum communis brevis
Abductor pollicis longus } . . . . .	Tibialis anterior
Radiales externi } . . . . .	
Ulnaris externus . . . . .	Peroneus brevis
„ internus . . . . .	„ longus
Supinator longus } . . . . .	Gastrocnemius { Caput mediale
Pronator teres (Pars hum.) } . . . . .	„ } „ laterale
„ „ (Pars uln.) . . . . .	Popliteus
Flexor digitorum communis sublimis . . . . .	{ Soleus
„ „ „ profundus . . . . .	{ Flexor digitorum communis brevis
Palmaris longus . . . . .	Flexor digitorum communis longus
Flexor pollicis longus . . . . .	Plantaris
Radialis internus . . . . .	Flexor hallucis longus
Die kurzen Handmuskeln . . . . .	Tibialis posterior
(Ausgenommen Palmaris brevis und	Die kurzen Fussmuskeln
Opponens pollicis)	(Ausgenommen Flexor digitorum communis brevis und Caro quadrata Sylvii).





## Referate

von

W. Krause.

**L. Testut**, *Traité d'anatomie humaine*. Anatomie descriptive, Histologie, Développement. 8°. Paris. O. Doin. T. III<sup>e</sup>. 2<sup>e</sup> Fasc. Appareils de la digestion et de la respiration. 1<sup>e</sup> et 2<sup>e</sup> édit. 1893. p. 409—806. Avec 209 fig. dans le texte.

Dass die Seitenzahl (409) mit der des Endes vom 1. Fasc. (diese Monatsschrift. 1892. Bd. X. H. 1. S. 63) nicht recht zu stimmen scheint, liegt vielleicht an dem Umstande, dass es sich zugleich um eine *zweite* Auflage handelt, wie schon aus dem Titel hervorgeht. Uebrigens enthalten die Seiten 410—412 der ersten Lieferung deren Register. In der vorliegenden Lieferung sind die Verdauungsorgane und Respirationsorgane enthalten, während der Schluss des ganzen Werkes für das Frühjahr 1894 in Aussicht gestellt wird. Die farbigen Holzschnitte erweisen sich bei den erwähnten Organen besonders nützlich, wo es gilt das Nebeneinander so vielerlei Dinge zur klaren Anschauung zu bringen. — In der Gl. submaxillaris lässt der Verf. nach Pflüger (1866) u. A. die Nervenfasern freilich nur hypothetisch im Protoplasma der Drüsenzellen endigen, während die meisten Beobachter neuerdings gewöhnlich freie Enden *zwischen* Epithelzellen und anderen Zellen zu sehen glauben. Ref. hält das eine für ebenso unbewiesen wie das andere. Bekanntlich haben Ramón y Cajal und Sala (1891) beim Pankreas sich für freie Endigungen zwischen den Zellen erklärt, was Verf. ebenfalls registriert.

---

**D. J. Cunningham**, *Manual of Practical Anatomy*. Vol. II. Thorax; head and neck. 1894. 8. Edinburgh a. London. Young J. Pentland. XVI a. 647 Seiten. Mit 336 Holzschnitten.

Der Schluss des bereits im vorigen Jahre in dieser Monatsschrift (Bd. X. H. 12. S. 614) angezeigten Werkes ist jetzt erschienen. Die Darstellungsweise ist dieselbe geblieben, die Abbildungen aber sind weit zahlreicher. Manche Abweichungen von dem in Deutschland üblichen Verfahren sind bemerkenswert. z. B. die Eröffnung der Herzhöhlen. Die praktische Anordnung des ganzen Buches wird demselben ohne Zweifel eine weite Verbreitung in England sichern.

---

**K. Benda,** *Das Verhältniss der Milchdrüse zu den Hautdrüsen.* Dermatologische Zeitschrift von O. Lassar. 1893. Bd. I. S. 94. Mit 16 Holzschnitten.

Dieser wichtige Aufsatz ist an einer den Anatomen von Fach nicht überall zugänglichen Stelle erschienen und wird deshalb ausnahmsweise angezeigt. Ein ausführlicheres Referat hat Waldeyer im Jahresbericht von Virchow und Hirsch (f. 1893. Bd. I) gegeben.

Benda leitet phylogenetisch die *Milchdrüsen der Säuger* nicht von Talgdrüsen, sondern von Schweissdrüsen ab, obgleich letztere wie die Ohrschmalzdrüsen zufolge microchemischer Reactionen höchstens Spuren von Fett absondern. Weder die alte Lehre von fettiger Degeneration der Drüsenzellen bei der Milchsecretion, noch die vom Zerfall des dem Lumen zugekehrten Zellenabschnittes ist nach B. länger haltbar. B. zeigt hingegen durch eine sehr interessante Rechnung, dass das Volumen der hohen Cylinderzellen im Ruhezustande keineswegs grösser ist als im abgeplatteten Zustande während der Secretion: die ganze Erscheinung hängt wie beim Harnblasenepithel einfach von den Druckschwankungen ab, welchem der Inhalt des Drüsenacinus unter verschiedener Anfüllung ausgesetzt ist. Die Drüsenzellen bilden vielleicht die Fetttropfen in sich, vielleicht fällt das Fett aus seifenartigen Lösungen aus, die dem Stoffwechsel entstammen. Das Paranuclein, das Eiweiss und den Milchzucker leitet B. von der activen Zellenthätigkeit her, Mitosen finden sich zahlreich bei Schwangeren, nicht aber bei Säugenden.



## Nouvelles universitaires.\*)

Dr. J. Disse, Prosector in Göttingen, ist zum ausserordentlichen Professor daselbst ernannt worden.

Dr. J. Schaffer, Privatdocent der Histologie in Wien, ist zum ausserordentlichen Professor daselbst ernannt worden.

Der Professor der Médecine expérimentale Edouard Brown-Séquard in Paris, ist am 2. April, 76 Jahre alt daselbst gestorben.

\*) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans les facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel“ les fera connaître dans le plus bref délai.



# Zur Kenntnis der Samenkörper der Arthropoden

von

Dr. phil. **Karl Ballowitz**,

in Greifswald.

---

(Mit Tafel X und XI.)

---

Die Spermatozoen der Evertebraten sind noch sehr wenig systematischen und eingehenden Untersuchungen unterworfen worden, obwohl eine genaue Kenntnis derselben sehr erwünscht wäre, um die so ausserordentlich mannigfachen Formen dieser Gebilde vergleichen und eine Morphologie der Spermatozoen begründen zu können. Denn nur so wäre es möglich, die einzelnen Teile derselben mit einander zu homologisieren und über die Bedeutung derselben für die Befruchtung allgemein gültige Anhaltspunkte zu gewinnen. Auch die Lehre von der Entwicklung dieser Körper kann nur an die genaue Kenntnis der Zusammensetzung der völlig ausgebildeten Spermatosomen anknüpfen. Ich bin daher der Aufforderung meines Bruders, des Professors Dr. Emil Ballowitz in Greifswald gefolgt, die Samenkörper einer Anzahl von Arthropoden zu untersuchen. Es kam darauf an, die Zusammensetzung der ausgebildeten Spermatozoen und ihrer einzelnen Teile festzustellen. Besonders machte ich mir zur Aufgabe, nachzuweisen, ob in den contractilen Geisseln der zu untersuchenden Spermatozoen die fibrilläre Structur, welche von meinem Bruder bei den Vertebraten und Coleopteren aufgefunden war<sup>1)</sup>, allgemein vorhanden sei.

---

<sup>1)</sup> E. Ballowitz, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XXXII, XXXVI und Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. L u. LII.

Diese Untersuchungen wurden in dem Laboratorium meines Bruders ausgeführt.

Bevor ich die erhaltenen Resultate nun mitteile, ist es geboten, auf die zur Anwendung gekommenen Methoden etwas näher einzugehen, da ich einer genauen Befolgung derselben gerade die wichtigsten Resultate zu verdanken habe.

Das Sperma wurde stets den frisch getöteten Tieren entnommen und zunächst in physiologischer Kochsalzlösung von 0,6—0,75% untersucht. Zur Fixierung dienten hauptsächlich Osmiumsäuredämpfe, indem ich die Dämpfe etwa 5 Minuten auf die im hängenden Tropfen an der Unterfläche des Objectträgers befindliche, mit Kochsalzlösung diluierte Samenflüssigkeit einwirken liess. Derart fixierte Spermatozoen eignen sich auch für die Conservierung in Glycerin. Indessen ist für die Untersuchung das Einlegen in Glycerin nicht zu empfehlen. Denn es werden die Körper in Glycerin zu sehr aufgehehlt, so dass die feineren Reliefverhältnisse und Structuren undeutlich, wenn nicht ganz unsichtbar werden. Es ist daher durchaus geboten, auch die fixierten Objecte in Wasser, resp. direct in der Zusatzflüssigkeit (physiologischer Kochsalzlösung) zu untersuchen. Häufig verfuhr ich zur Fixierung auch in der Weise, dass ich zu dem verdünnten Sperma in kleinen Standgläsern (sogenannten Brunnengläsern) 1%ige Osmiumsäure zu gleichen Teilen hinzusetzte. Es wurde dadurch ermöglicht, die Objecte längere Zeit in der wässrigen Flüssigkeit zu conservieren, um dann nach einiger Zeit und wiederholt die Untersuchungen vornehmen zu können.

Andere Fixierungsmittel, wie Sublimatlösung, Flemming'sche Mischung u. a. m. sind hier weniger geeignet, da sich, besonders bei den langen Spermatozoen-Formen, die Körper dann häufig zu Klumpen zusammenballen und auch die Tinctionsfähigkeit durch diese Reagentien sehr beeinträchtigt wird. Gerade der Umstand, dass bei einfacher Osmiumbehandlung alle Farbstoffe in Anwendung gezogen werden können, ist bei diesen Objecten ein grosser Vorteil der Osmiumsäure.

Die Untersuchung der in dieser Weise behandelten Samenkörper gestattet nun zwar, alle Einzelheiten der Form zu erkennen, giebt aber keinen Aufschluss über die feinere Structur der Gebilde. Einen

Schritt weiter kommt man schon bei der Anfertigung von Deckglas-Trockenpräparaten. Bei Anwendung dieser Methode mit Zuhülfenahme bestimmter Farbstoffe ist es möglich, schon manche Einzelheiten der inneren Structur festzustellen.

Ich verfuhr in derselben Weise, wie es bei bacteriologischen Untersuchungen üblich ist. Von der Flüssigkeit, welche mit den durch Osmiumsäure fixierten Samenkörpern versehen und nach der Fixierung mit destilliertem Wasser versetzt war, wurde ein Tropfen auf das zuvor angehauchte Deckgläschen gebracht und hier in dünner Schicht verteilt. Diese dünne Schicht liess ich zunächst an der Luft antrocknen. Die Samenkörper müssen stets zuvor fixiert sein, da die zarten Formen den Process des Eintrocknens sonst nicht vertragen können, quellen und bisweilen bis auf Reste zerstört werden.

Sodann wurden die Deckgläschen vorsichtig und schnell einige Male durch eine Spiritusflamme gezogen. Nach der Abkühlung legt man die Gläschen, mit den bestrichenen Flächen nach unten, auf die Farbstofflösung und lässt dieselbe einwirken. Je nach dem Object und der Lösung werden die Präparate schnell mit destilliertem Wasser abgespült oder auch nicht. Sodann lässt man dieselben wieder an der Luft trocknen, zieht wieder vorsichtig durch die Flamme, um den letzten Rest von Flüssigkeit zu entfernen und bettet sie einfach in Xylolbalsam ein. Wenn man unter Beobachtung dieser Cautelen verfährt, wird die Form auch der zarteren Gebilde recht gut conserviert und erhält man sichere Aufschlüsse. Um festzustellen, welcher Teil der Spermatozoen Kernreaction giebt und als Derivat des Kernes, d. h. als Kopf des Samenkörpers zu betrachten ist, — soweit eben Färbereaction hierüber einen Aufschluss geben kann — wurde Alauncarmin nach Grenacher erprobt, welches meist ausschliesslich und intensiv an diesen Trockenpräparaten die Köpfe färbt. Haematoxylinlösungen tingieren immer gleichzeitig auch die übrigen Teile des Samenkörpers zu sehr mit.

Um nun aber weiter in die feinere Zusammensetzung der Samenkörper, besonders ihres Geisselteils, einzudringen, ist es erforderlich, Macerationen herzustellen. Am besten haben sich hierfür Kochsalzlösungen bewährt. Es ist dies sehr bemerkenswert, da Chlornatriumlösungen ja auch sonst zur Darstellung fibrillärer Structuren z. B. bei

den Bindesubstanzen und der glatten Musculatur (Engelmann) mit Glück verwendet sind. Jedenfalls wird auch hier die Kittsubstanz, welche die Fibrillen mit einander verbindet, durch Einwirkung des Chlornatriums zur Auflösung gebracht. Die Concentration der Lösung muss verschieden gewählt werden, da bei einigen Tieren die Zerlegung der Körper in dünner, bei anderen in stärkerer Lösung eintritt. Dies muss nun immer erst ausprobiert werden. Im Allgemeinen gaben die besten Resultate wässrige Lösungen von 0,6—3% Kochsalzgehalt. Zur Maceration wurden anfangs kleine, hermetisch verschliessbare Glasgefässe benutzt. Die besten Resultate ergaben aber Macerationen unter dem Deckglase, welche später fast ausschliesslich zur Anwendung kamen. Mit einer Instillationspipette wurde von dem mit der Macerationsflüssigkeit versetzten Sperma ein Tropfen auf den Objectträger gebracht, mit dem Deckgläschen bedeckt und mit einem Wachsring hermetisch abgeschlossen. Nach 12—24 Stunden, oft schon früher, war dann ein Zerfall der Körper eingetreten. Diese Methode bietet zugleich den Vorteil, dass sich die Spermiosomen in Folge der Flächenattraction von vornherein an die Glasflächen dicht anlegen und daher in ihrer ganzen Ausdehnung leicht zu übersehen sind. Zugleich scheint die Flächenattraction den Zerfall zu unterstützen und zu beschleunigen. Auch werden die zerlegten Fasern hierbei meist in ihrer natürlichen Zusammenlagerung neben einander fixiert. Es ist bei diesen Deckglas-macerationen nur darauf zu achten, dass die Präparate nicht zu lange liegen, da sie gewöhnlich bald, vor allem bei den zarten Formen, undeutlich werden; schliesslich lösen sich die Fasern meist ganz auf.

Bei Untersuchung dieser ungefärbten Macerationen wirkt nun die starke Lichtbrechung mancher Teile und besonders die ausserordentliche Feinheit der Teilfasern sehr störend; ja die letztere macht es fast unmöglich, die überaus zarten Fasern so ohne weiteres überhaupt zu sehen. Es ist daher geboten, Farbstoffe, und zwar möglichst intensiv färbende, in Anwendung zu bringen. Am meisten wurden Gentiana- und Methylviolett benutzt, besonders das erstere, welches auch den Vorteil bietet, dass es differenzierte Färbung giebt. Bei Tinction der Deckglas-Maceration muss man nun in folgender Weise verfahren. Der Wachsring wird an zwei gegenüberliegenden Rändern mit einer

Nadel entfernt. Sodann bringt man von der (0,5—1  $\frac{0}{0}$  wässrigen) Farbstofflösung mit dem Glasstab an den einen freien Rand einen Tropfen und saugt denselben von dem andern Rande aus vermittelst Fliesspapiers vorsichtig und langsam durch das Präparat hindurch, bis eine deutliche intensive Färbung der Teile eingetreten ist. Von Wichtigkeit ist, dass der Farbstoff recht langsam das Präparat durchsickert, da sonst bei kleinen Spermatozoen-Formen die meisten herausgeschwemmt, bei den langen Formen dagegen die Fasern zu unregelmässigen Gewirren zusammengeknäuelte würden. Wo es anging, habe ich daher ohne Anwendung des Fliesspapiers die Färbeflüssigkeit an den schräg gestellten Objectträger langsam hindurchlaufen lassen. Ist genügende Färbung eingetreten, so legt man auf das Präparat ein Stück Fliesspapier, so dass gleichzeitig von allen Seiten die überstehende Flüssigkeit aufgesogen wird. Alsdann bedeckt man das Präparat nochmals mit einem reinen Stück Fliesspapier und drückt durch dasselbe hindurch mit dem Daumennagel das Deckgläschen vorsichtig, aber doch kräftig gegen den Objectträger an.

Diese Procedur hat den Zweck, die Flüssigkeitsschicht zwischen Objectträger und Deckgläschen möglichst dünn zu machen, so dass die Samenkörper möglichst in einer Horizontalebene ihrer ganzen Länge nach ausgebreitet sind. Nur dann ist es möglich, ähnlich wie bei einem Bacterienpräparat, das Farbenbild bei Anwendung des Abbe'schen Beleuchtungsapparates und stärkster Vergrösserung zur Geltung zu bringen. Ist dies geschehen, so vervollständigt man wieder den Wachsring, und das Präparat ist für die Untersuchung fertig. Es wird also auch hier wieder in einer wässrigen Flüssigkeit untersucht, ein Umstand, welcher bei diesen zarten Dingen von grösster Bedeutung ist.

Bei allen diesen Macerationen so zarter Bildungen ist es nun erste Hauptbedingung, dass die Präparate durchaus sauber und reinlich hergestellt und jegliche Verunreinigungen vermieden werden; es wurde hierauf stets gehalten. Ferner muss man die Mischung der Flüssigkeiten so abpassen, dass die Samenkörper isoliert zu liegen kommen, was bei den langschwänzigen Formen anfangs wohl nicht immer gelingt. Die Untersuchung muss sogleich vorgenommen werden, da derartig behandelte Präparate sich natürlich nur wenige Tage halten.

Untersucht wurde meist mit Winkel's homogener Immersion  $\frac{1}{24}$  unter Anwendung des Abbe'schen Beleuchtungsapparates, der mittels Irisblende reguliert wurde. Auch die Zeichnungen sind hiernach angefertigt.

Es mögen zuerst die Resultate berichtet werden, die ich bei bestimmten Formen der Insecten, mit Ausschluss der Coleopteren<sup>1)</sup>, erhielt. Die Litteratur soll nur angeführt werden, so weit sie sich auf die von mir untersuchten Tierordnungen bezieht.

### Insecten.

Die compliciertesten Bauverhältnisse traf ich bei bestimmten Orthopteren an, und zwar bei *Gryllotalpa vulgaris* Latr. und *Gryllus domesticus* L.

Die Samenkörper von *Gryllotalpa* stellen, in frischem Zustande untersucht, lange, unregelmässig wellenförmig gebogene Fäden dar, an welchen man einen kleinen nadelförmigen Kopf und ein langes schmales Geisselstück unterscheiden kann (Fig. 1). Wie man an Deckglas-Trockenpräparaten erkennt, ist dieses Geisselstück abgeplattet, schmalbandförmig, eine Form, die überhaupt bei allen untersuchten Insectenspermatozoen beobachtet wurde. Die Knickungen und Biegungen erscheinen daher im gefärbten Trockenpräparat als etwas dunkler gefärbte Verschmälerungen (vgl. z. B. Fig. 3 bei *x*). Bei genauer Untersuchung der hinteren Hälfte der Geissel erkennt man, dass sich sehr deutlich ein längeres Stück durch seine Feinheit von dem vorderen dickeren Teile abhebt (Fig. 1, *E*). Dieser feinere Abschnitt (*E*) bildet das Ende der Geissel und möge als „Endstück“ bezeichnet werden. Es ist dasselbe gleichzusetzen dem „Endstück“ der Spermatozoen anderer Tiere, z. B. der Säugetiere, bei denen es allgemein vorkommt.<sup>2)</sup> Die Länge des vorderen dickeren Abschnittes (Fig. 1, *H*), den ich nach Analogie der Säugetierspermatozoen als Hauptstück (*H*) bezeichnen will, ist ca. 0,160 mm.

Das Endstück ist in ganzer Ausdehnung von sich gleichbleibender Feinheit, während das Hauptstück in der Nähe des Kopfes sich etwas

<sup>1)</sup> Vergl. über die Coleopteren E. Ballowitz, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. L.

<sup>2)</sup> Vergl. E. Ballowitz, Das Retzius'sche Endstück der Säugetier-Spermatozoen. Internationale Monatsschrift für Anatomie u. Physiologie. 1890. Bd. VII.



verdickt, gegen das Endstück hin aber ein wenig schmaler wird. Dieser Endabschnitt ist 0,06 mm lang. Die Länge des Endstückes ist mithin eine sehr beträchtliche, wie sie bisher bei anderen Tieren noch nicht beobachtet wurde; überhaupt scheint den Insectenspermatozoen im Allgemeinen das Endstück zu fehlen; dasselbe wurde bis jetzt nur einmal von E. Ballowitz bei einem Coleopter (*Loricera pilicornis*) (l. c. p. 367) als kurzer, scharf von dem übrigen dickeren, intensiv tingiblen Geisselteil abgesetzter Endfaden aufgefunden. — Noch deutlicher grenzt sich das Endstück bei Tinction mit Anilinfarben ab; dasselbe bleibt heller gefärbt, während das Hauptstück eine intensivere Tinction annimmt (Fig. 1). Liegen diese Präparate in gefärbtem Zustande 24 Stunden unter dem Deckglase, so entfärbt sich das Endstück vollständig, während das Hauptstück noch gefärbt bleibt.

Unterwirft man diese langen Gebilde nun nach der oben beschriebenen Methode einer Kochsalzmaceration, so verändert sich zuerst das Endstück. Sehr bald und leicht zerfällt dasselbe nämlich in eine grosse Zahl gleich langer, feinsten Fibrillen, die oft auf das zierlichste verschlungen sind und Schleifen bilden (Fig. 2, 3, 4, 5). Es wurden bis neun derartige Fädchen gezählt, die aber auch bei einem derartig weitgehenden Zerfall noch nicht alle von gleicher Feinheit sind (vgl. Fig. 2, 4 und 5). Einige davon sind noch merklich dicker, so dass man annehmen kann, dass auch sie noch keine Elementarfibrillen darstellen, sondern Bündel von solchen sind. In Fig. 2 ist das eine der neun Fädchen wesentlich dicker als die übrigen, setzt sich daher jedenfalls noch aus mehr Fibrillen zusammen. Aehnliches zeigt Fig. 4.

Auch kommt es häufig vor, dass sich zuerst das Endstück der ganzen Länge nach in zwei Hälften spaltet, von denen sich dann die Elementarfibrillen ablösen (Fig. 3; *Ef* eine abgelöste Elementarfibrille).

Alle diese Fibrillen besitzen nun genau die Länge des Endstückes, so dass sie sämtlich bis an die äusserste Spitze desselben reichen. Wie die Art des Zerfalles zeigt, liegen dieselben hier parallel neben einander und werden durch in Kochsalz sich lösende Kittsubstanz zusammengehalten, derart das Endstück bildend (Fig. 2—5).

Bei weiter vorschreitender Maceration tritt auch im Hauptteil ein

Zerfall ein. Sehr häufig löst sich eine dünne Faser ab, die aber stets oben am Kopf und unten in der Nähe des Endstückes im Zusammenhang mit dem Spermatozoon bleibt (Fig. 4). Es restiert dann von dem Hauptstück noch ein dickerer, intensiver gefärbter Faden (Fig. 4). Aber auch dieser zerlegt sich wieder in zwei Fäden, von denen der eine so ziemlich das Aussehen des intacten Endstückes besitzt, heller gefärbt ist und daher als directe Fortsetzung des Endstückes aufzufassen ist. Dieser Faden entfärbt sich auch nach einigem Liegen unter dem Deckglas in derselben Weise, wie es oben für das Endstück angegeben wurde. Sehr schön ist die Zusammensetzung aus drei Fäden in solchen tingierten Deckglas-Macerationen zu erkennen, in denen sich die Samenfasern dicht der einen oder anderen Glasfläche angelegt haben (Fig. 3). Man sieht dann, dass die drei Fäden im Hauptstück parallel neben einander liegen, nirgends sich etwa in Spiraltouren um einander winden.

Stets fand ich nun, dass die drei Fäden in der Nähe des Endstückes noch vereinigt blieben (Fig. 3 und 5). Hier scheint ihre gegenseitige Verbindung eine festere zu sein, so dass hier freie Enden der Fäden nicht zur Ablösung kamen. Dies ist um so merkwürdiger, als sich hier an der Grenze das Hauptstück ja scharf von dem Endstück absetzt. Man muss demnach wohl annehmen, dass hier ein oder wohl zwei Fäden ihr Ende erreichen, während der dritte als Endstück frei zu Tage tritt.

Diese Fäden des Hauptstückes besitzen nun wieder eine weitere Zusammensetzung aus feinsten, parallel neben einander verlaufenden Fibrillen, die bei länger einwirkender Maceration sich häufig von einander trennen. Wenigstens habe ich für zwei Fäden des Hauptstückes den fibrillären Bau wiederholt auf das Bestimmteste feststellen können (Fig. 5). Niemals kommen dabei freie Fibrillenenden zur Ablösung, so dass angenommen werden muss, dass die Fädchen die gröberen Fäden in ganzer Ausdehnung von Anfang bis zu Ende durchsetzen, um in der einen Faser kontinuierlich in die Fibrillen des Endstückes überzugehen.

Es hat also die Untersuchung eine exquisit fibrilläre Structur dieser lebhaft contractilen Geißel ergeben.

Auch der Kopf lässt Einzelheiten erkennen. Untersucht man denselben frisch oder nach Fixierung mit Osmiumsäure in verdünntem Glycerin, so erscheint bei mittlerer Einstellung der Micrometerschraube

im Innern desselben eine helle Längslinie, welche wohl den Schluss zulässt, dass das Innere eine etwas andere Beschaffenheit besitzt, als die etwas stärker lichtbrechende Rindensubstanz (Fig. 6). Indessen geben die Färbungen hierfür keinen rechten Anhaltspunkt. Schon im ungefärbten Zustande hebt sich das vorderste Ende durch etwas dunkleres Aussehen stiftartig von dem übrigen Teil des Kopfes ab. Färbt man mit violetten Anilinfarben, so färben sich beide Kopfteile gleich intensiv. Bleiben die Präparate nach Fixierung in gefärbtem Zustande aber einige Zeit liegen, so entfärbt sich der hintere Teil des Kopfes allmählich und wird blasser, während das Stiftchen noch intensiv gefärbt bleibt (Fig. 9 und 10).

Besonders deutlich wird dies an tingierten Deckglas-Trockenpräparaten, die längere Zeit gelegen haben. Schliesslich entfärben sich der Kopf und die Spitze vollständig (Fig. 7); nur an der Grenze zwischen beiden bleibt noch eine intensiv gefärbte, punktartige Stelle.

Ein ähnlich intensiv gefärbter schmaler, meist unter einem Winkel etwas umgebogener Querstreifen findet sich an der Grenze zwischen Geisselteil und Kopf. In Kochsalzmacerationen, die mit Gentianaviolett tingiert wurden, tingiert sich der hintere Teil des Kopfes dunkel, während der vordere Teil blass bleibt und feiner erscheint, als an dem frischen Object, so dass die Annahme gerechtfertigt erscheint, dass sich hier infolge der Maceration an der Spitze eine Rindenschicht aufgelöst hat (Fig. 8). Mit Alauncarmin färbt sich nur der hintere Teil des Kopfes, nicht aber die Spitze. Wir treffen hier also dieselbe Zusammensetzung des Kopfes, wie sie von E. Ballowitz bei den Coleopteren aufgefunden und beschrieben wurde.

Einen ganz analogen Bau zeigen die Samenfäden des Heimchens. *Gryllus domesticus*; nur treten hier am vorderen Teile der Geissel einige nicht unwichtige Einzelheiten noch deutlicher hervor. Die Samenkörper des Heimchens sind beträchtlich länger und feiner als bei der Maulwurfsgrielle (vergl. Fig. 2 mit Fig. 1). Der Geisselteil setzt sich wieder aus einem grösseren Hauptabschnitt und einem sehr scharf abgegrenzten Endstück zusammen (Fig. 2).

Das letztere ist aber relativ kürzer als bei *Gryllotalpa*. Der Zerfall des Endstückes in Fibrillen lässt sich durch Maceration nicht un-

schwer darstellen, ebenso die Zusammensetzung des Hauptstückes aus drei Fäden. Indessen gelingt das letztere hier bei der grösseren Feinheit der Geissel bei *Gryllus* nicht so leicht wie bei *Gryllotalpa*. An dem vorderen Ende der Geissel tritt nun eine sehr bemerkenswerte Einzelheit sehr deutlich hervor; es ist nämlich der vordere Teil der Geissel in der Nähe des Kopfes verdickt, so dass dieser Teil, der sich unmittelbar dem Kopfe anschliesst, die gleiche Dicke als das Hintere Ende des Kopfes besitzt und sich daher von dem Kopfe auf den ersten Blick nicht so deutlich abhebt (Fig. 2 und 8 bei V). Nach hinten hin verschmälert sich dieser Teil allmählich, um ohne Grenze in den übrigen Teil der Geissel überzugehen. Besonders bei *Gentianafärbung* tritt dieser verdickte Teil hervor. Wie die *Macerationen* zeigen, wird diese Verdickung bedingt durch eine Verdickung der Teilfasern der Geissel. Vielleicht handelt es sich hier um die erste Andeutung eines „Verbindungsstückes“ der Geissel, eines Abschnittes, der ja besonders bei den Säugetieren ausgebildet erscheint, bei den Insecten aber bis jetzt noch nicht beobachtet ist. Allerdings ist hervorzuheben, dass sich das hintere Ende des Verbindungsstückes hier nicht von dem Hauptstück der Geissel scharf abgrenzt, wie es sonst der Fall zu sein pflegt. Es setzt sich also die Geissel bei *Gryllus* wie bei den Säugetieren zusammen aus dem Hauptstück und dem Endstück, welches letzteres ebenso wie bei den Säugetieren fibrillär ist; die Ähnlichkeit wird noch grösser durch die Andeutung des Verbindungsstückes.

Auch die Verbindung der Geissel mit dem Kopfe zeigt eigentümliche Verhältnisse, welche sich hier weit deutlicher verfolgen lassen, als bei der Maulwurfsgrille (Fig. 9 und 10). Es verbinden sich nämlich die Fasern, wie es bei den Spermatozoen gewöhnlich der Fall ist, mit ihren gleich langen Enden durch Vermittelung von Kittsubstanz, nicht einfach mit dem Kopfe, vielmehr überragt eine Faser das Ende der übrigen und scheint sich in eine schmale Spalte, die sich an der einen Seite des Kopfes befindet, hineinzulegen (Fig. 9). Der andere Teil der Geissel setzt sich mit dem hintersten Ende des Kopfes in Zusammenhang. In Fig. 10 hat sich die längere Faser von der Seite des Kopfes mit ihrem zugespitzten Ende abgelöst. Die Zusammensetzung des Kopfes ist dieselbe wie bei *Gryllotalpa*.

Weit einfachere Verhältnisse traf ich bei *Blatta* und *Periplaneta*, deren Spermatozoen merkwürdig verschieden sind (vergl. Fig. 11 mit Fig. 16).

Die Samenkörper von *Blatta* sind lange, sehr schmale, aber doch auch abgeplattete Fäden, die an dem vorderen Ende einen langen, in eine feine Spitze ausgezogenen Kopf tragen, der Aehnlichkeit mit dem Spermatozookopf besitzt, wie er von E. Ballowitz bei einem Coleopter (*Brontes planatus*) beschrieben wurde. Fig. 16 stellt den vorderen Teil eines Spermatosoms von *Blatta* dar.

In tingierten Deckglas-Trockenpräparaten entfärbt sich der anfangs intensiv tingierte Kopf bald, so dass dann ein kurzes Spitzenstück sehr deutlich wird, welches noch lange intensiv gefärbt bleibt (Fig. 16). An dem Geisselteil, welcher kein Endstück besitzt, wurde mehrfach ein Zerfall in drei ziemlich gleich aussehende Fasern beobachtet. Auch eine Zersplitterung derselben in feinste Fibrillen konnte mehrfach festgestellt werden.

Im Gegensatz hierzu sind die Samenkörper von *Periplaneta* klein und mit einem kurzen nadelförmigen Kopf versehen (Fig. 11—15). Der letztere zeigt an seiner Spitze einen zarten, fast kreisrunden, blassen Aufsatz von platter, blättchenartiger Gestalt (Fig. 11, 14 und 15). Bei Ansicht von der Kante erscheint derselbe daher als schmale Linie (Fig. 12), die bisweilen unter einem Winkel leicht umgebogen ist (Fig. 13). Auch Umfaltungen des Randes kommen bisweilen zur Beobachtung (Fig. 15). An ganz frisch fixierten und sodann mit violetten Anilinfarben tingierten Samenkörpern sah ich des öfteren an dem vorderen Ende des Scheibchens ein kleines, dunkles, etwas hervorragendes Pünktchen, das aber bald verloren geht (Fig. 14). In die Basis dieses Blättchens ragt nun ein kurzes Spitzchen hinein, welches das Blättchen trägt: das Spitzenstück (Fig. 11 und 15; Sstf.).

Untersucht man das Sperma ganz frisch in physiologischer Kochsalzlösung oder nach Fixierung mit Osmiumsäure, so grenzt sich dieses Spitzenstück durch eine sehr zarte, schmale helle Linie deutlich von dem hinteren grösseren Abschnitt des Kopfes, seinem Hauptstück, ab (Fig. 11—13). Auch erscheint dies Spitzenstück in etwas anderem Glanze, als das Hauptstück des Kopfes und es tritt diese Differenz auch

noch an in Glycerin aufbewahrten Präparaten deutlich hervor. Färbt man mit Gentianaviolett, so färben sich anfangs beide Kopfteile gleich intensiv, während die kleine Kopfscheibe nur eine blasse Tinction annimmt (Fig. 14).

Lässt man die gefärbten Präparate aber einige Tage liegen, so entfärbt sich das Hauptstück des Kopfes, während das Spitzenstück intensiv tingiert bleibt und dadurch sehr deutlich wird (Fig. 15). Nur das Hauptstück des Kopfes färbt sich mit Alauncarmin. Der blättchenartige Kopfaufsatz ist sehr zart und geht in Kochsalzmaceration oft verloren, so dass das Spitzenstück frei hervorragt. Auch der Kopf verändert sich etwas durch Kochsalzmaceration und quillt in seinem Innern auf, so dass sich eine dunklere periphere Schicht von einem hellen Innern unterscheiden lässt.

Die Samenkörper der Orthopteren sind des öfteren, auch in jüngster Zeit, untersucht worden, indessen ist über eine innere Zusammensetzung derselben bis jetzt wenig bekannt geworden.

von Siebold hat das Verdienst, zuerst genauere und eingehende Untersuchungen über die Spermaelemente wirbelloser Tiere, speciell auch der Insecten angestellt zu haben. (C. Th. v. Siebold, Ueber die Spermatozoen der Crustaceen, Insecten, Gastropoden und einiger anderer wirbelloser Tiere. Müller's Archiv, Jahrgang 1836.) Dieser Forscher, welcher alle Insectenordnungen systematisch durchuntersuchte, schildert die Spermatozoen der Hexapoden als Gebilde von haarförmiger Gestalt (l. c. pag. 16): „Die Länge der einzelnen Haare ist sehr verschieden, eine genaue Messung derselben ist indessen hier schwer anzustellen, indem sie selten ganz gerade gestreckt sind <sup>1)</sup> und das eine Haarende in eine sehr feine Spitze ausläuft, die mit dem Auge oft nur mit der grössten Mühe verfolgt werden kann. Das dieser Spitze entgegengesetzte Ende ist gewöhnlich stärker und deshalb leichter aufzufinden.“ von Siebold bezeichnet die beiden verschiedenen Enden (deren dickeres dem Kopf des Spermatosoms entspricht) als „Haarspitze“ und „Wurzelende“.

---

<sup>1)</sup> von Siebold beobachtete zuerst die charakteristische Oesenbildung der Spermatozoen bei Wasserzusatz.

In betreff der Orthopteren, von denen *Forficula*, *Blatta*, *Locusta*, *Gryllus* und *Acridium* untersucht wurden, sagt der genannte Autor:

„In den Hoden der *Forficula auricularis* lagen die nicht sehr langen Haare dicht gedrängt durch einander, ohne Haarbündel zu bilden. Sie hatten sich unter mannigfacher Gestalt aufgerollt, bildeten aber keine gedrillten Oesen, sondern nur unregelmässige Verschlingungen. Aehnlich verhielten sich die Spermatozoen der *Blatta orientalis*, auch sie drillten sich weder, noch bildeten sie Oesen. Das Wurzelende war bei allen eine Strecke hinauf verdickt, so dass das einzelne Haar einer Peitsche glich, deren Schnur gleichsam in unregelmässigen Schlingen lose um den Stiel gewunden ist. Man hüte sich, solche verschlungene Haare für gestielte Bläschen zu halten.“

„Bei *Locusta* fand ich das Verhältnis verschieden. Bei einigen lagen in den Blindsäcken der Hoden unregelmässig verschlungene Haare, bei anderen gedrillte Haare mit Oesen und sogar grosse ovale Haarbündel, welche deutlich von einer zarten Hülle umgeben waren. Die *Grylli* besaßen in ihren Hodenblindsäcken Haarbüschel, deren Haarspitzen Oesen bildeten. Die beiden einfachen Hoden der *Acridier* strotzen von ziemlich langen Haaren, die in Schöpfen zusammenklebten; mit Wasser befeuchtet, traten diese schärfer hervor und fingen an, sich zu drillen und Oesen zu bilden.“

Höchst interessante Mittheilungen machte von Siebold einige Jahre später über die Samenkörper der Locustinen. Wie der genannte Autor fand<sup>1)</sup> (pag. 257), „weicht die Gestalt der ausgebildeten Spermatozoiden von *Locusta* und *Decticus* von der der übrigen fadenförmigen Spermatozoiden, wie sie bisher von den Insecten bekannt waren, in sehr auffallender Weise ab. Es lassen sich an denselben drei verschiedene Theile unterscheiden: 1. ein sehr langgestreckter Körper, 2. ein ausserordentlich langer fadenförmiger Anhang und 3. ein winkelförmiger Anhang. Der langgestreckte Körper dieser Spermatozoiden ist seitlich zusammengedrückt und geht an dem einen Ende allmählich in den

---

<sup>1)</sup> Th. v. Siebold, Amtlicher Bericht über die 20. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte. Mainz, 1843. p. 223 und Verhandlung der Kaiserl. Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher. 1845. Bd. XIII: „Ueber die Spermatozoiden der Locustinen.“ p. 251.

fadenförmigen Anhang über, während sein anderes Ende zugespitzt und mit dem winkelförmigen Anhang verbunden ist. Dieser Anhang ist nach zwei verschiedenen Typen gebildet. Bei *Locusta viridissima* und *Decticus verrucivorus* besteht der winkelförmige Anhang aus zwei kurzen Schenkeln, welche sich in einem scharfen, fast rechten Winkel vereinigen; beide Schenkel sind ausserdem an ihren freien Spitzen nach innen umgebogen. Bei *Decticus tessellatus*, *brevipennis*, *brachypterus* und *apterus* neigen sich die beiden kurzen Schenkel zwar auch in einem fast rechten Winkel gegen einander, vereinigen sich aber nicht in einem scharfen Winkel, sondern in einem kurzen Bogen und lassen an ihren freien Spitzen keine häkchenförmige Umbeugung erkennen. In allen Fällen steht dieser winkelförmige Anhang mit dem Körper der Spermatozoiden so in Verbindung, dass die beiden Schenkel des Anhangs nach oben gerichtet sind und mit dem unteren Ende des Spermatozoidenkörpers einen spitzen Winkel bilden. Dieser winkelförmige Anhang wird, wenn die Spermatozoiden jener Locustinen zwischen Glasplatten stark gepresst und verschoben werden, leicht vom Spermatozoidenkörper abgetrennt.“ Schon in dem unteren Ende der Blindröhren des Hodens dieser Tiere bemerkte von Siebold eine merkwürdige Veränderung der Lage der Samenkörper (pag. 258).

„Diese Spermatozoiden gruppieren sich je zu acht, zu zwölf, achtzehn, ja bis zu vierundzwanzig und achtundzwanzig Individuen zusammen, indem sich ihre Körper der Länge nach neben einander stellen, während ihre fadenförmigen Anhänge nach der anderen Seite hin gerichtet sind.“

Bei Untersuchung des Inhaltes des *Receptaculum seminis* weiblicher Locustinen machte von Siebold nun die überraschende Beobachtung, dass die Zusammenlagerung der Spermatozoiden zu beweglichen Gruppen noch grössere Ausdehnung erlangen konnte und dass diese Spermatozoen-Vereinigungen in birnförmigen Spermatophoren eingeschlossen waren.

L. c. pag. 263: „Presste ich einen solchen gestielten Körper, so strömte aus der Mündung des Stieles oder aus einem durch die Gewalt des Pressens hervorgebrachten Riss des Körpers eine milchige Flüssigkeit hervor, in welcher eine Menge unregelmässig hin- und hergebogener



Fäden, welche mit unbewaffnetem Auge deutlich zu erkennen waren, zerstreut lagen. Als ich diese Fäden mit dem Mikroskope betrachtete, gewährten sie den wunderbarsten Anblick, den ich jemals gesehen. Sie glichen überaus langen Reiherfedern, die sich schlangenförmig durch einander bewegten.“

Wie von Siebold eine nähere Untersuchung dieser Gebilde lehrte, sind dieselben dadurch entstanden, dass sich die winkelförmigen Anhänge zahlreicher Spermatozoen der Reihe nach dicht an einander gefügt und innig mit einander verbunden haben. L. c. pag. 265:

„Während sich auf diese Weise die Locustinen-Spermatozoiden an einander fügen, legen sich die Körper der letzteren mit ihren fadenförmigen Anhängen regelmässig rechts und links hinüber und bilden so die beiden Fahnen der federförmigen Körper.“

Bei den von mir untersuchten Orthopteren kommt, wie aus Obigem hervorgeht, eine derartige Verankerung von Spermatozoen nicht zur Beobachtung, obwohl jedenfalls der blattförmige Aufsatz am Kopfende der Spermatosomen bei *Periplaneta orientalis* dem winkelförmigen Anhang bei den Locustinen gleichbedeutend ist.

Gilson hat die Zusammensetzung dieser Samenkörpervverbände, die von E. Ballowitz als Spermatozyzygien bezeichnet sind, näher untersucht, ohne indessen in betreff der Zusammensetzung der Samenkörper Neues beizubringen. (Vergl. G. Gilson, *Étude comparée de la Spermato-genèse chez les arthropodes. La cellule. Tome I. Planche VI et VII. pag. 97—127.*)

In Fig. 9, 4 auf Taf. XIV giebt v. la Valette St. George (Ueber die Genese der Samenkörper, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. III, 1867, pag. 263) die Abbildung eines reifen Samenkörpers der Hausgrille. Indessen ist hier der Kopf im Verhältnis zu der viel zu kurzen Geissel zu lang gezeichnet, wie ein Vergleich mit meiner Fig. 2 zeigt.

Eine sehr auffällige Mitteilung machte derselbe Forscher über die Spermatosomen von *Blatta germanica* (v. la Valette St. George, Spermatalogische Beiträge. *Blatta germanica*. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XXVII, 1886, pag. 10 und 11). Es heisst dort: „Letzterer (der Kern), dessen Kernkörperchen als vorspringendes Knöpfchen er-

scheint, geht aus der runden Form in eine ovale, elliptische und lanzettförmige Gestalt über, am oberen und unteren Ende mit einem Knöpfchen versehen. Das obere schwindet bald, das untere später; einzelne Klümpchen von Cytoplasma hängen hier und da dem Samenkörper an; — *schliesslich gehen alle diese Teile, aus denen sich dieser aufbaut, in einen bis ca. 0,350 mm langen, oben und unten zugespitzten, sich lebhaft schlängelnden Faden über — das fertige Spermatosom.*“

„Es geht somit bei *Blatta germanica* der *später wieder verschwindende Kopf* aus dem Kern der Spermatide, der Faden aus deren Cytoplasma hervor; *die Verbindung zwischen Kopf und Fäden wird vermittelt durch ein besonderes Zwischenstück, welches dem Nebenkern seine Entstehung verdankt.*“

Diese Mitteilung bedarf der Berichtigung, wie ein Blick auf die Fig. 16 meiner Tafel sogleich zeigt. Denn es ist der Kopf an diesen Samenkörpern nicht verloren gegangen, vielmehr lässt er sich bei genauer Untersuchung und entsprechender Färbung an jedem reifen Spermatosom leicht nachweisen. v. la Valette St. George ist er daher nur entgangen, ebenso wie das Spitzenstück des Kopfes, welches wohl ausgebildet sich erhält. Von einem Kopf und Geissel verbindenden „Zwischenstück“ ist dagegen an dem reifen Samenkörper nichts nachzuweisen.

Auch Bütschli macht in seinen beiden Mitteilungen „über die Entwicklung der Samenfasern bei den Insecten“ einige Angaben über die Samenkörper der Orthopteren (O. Bütschli, Vorläufige Mitteilung über Bau und Entwicklung der Samenfasern bei Insecten und Crustaceen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1871. Bd. XXV. pag. 402. Nähere Mitteilung über die Entwicklung und den Bau der Samenkörper der Insecten. Ebendort, pag. 526. Tafel XL und XLI.).

Bütschli hat bei *Blatta orientalis* schon „ein kleines, scheibenförmiges, kreisrundes helles Gebilde“ und bei anderen Insecten am Vorderende der Samenfasern ein „kurzes, blasses, stäbchenartiges Spitzchen“ gesehen (l. c. pag. 406). Nur hält Bütschli in seiner ersten Mitteilung (pag. 406) dieses Scheibchen irrtümlicherweise für den Kopf des Spermatosoms und den eigentlichen Kopf für das Mittelstück Schweigger-Seidel's.

„Vergleicht man z. B. die Samenfasern von *Blatta* (*Periplaneta*)

orientalis mit jenen der Säugetiere, so springt einem die grosse Ähnlichkeit sofort in die Augen, nur dass bei jenem Insect die Grösse des vorderen Scheibchens weit zurückbleibt hinter jener der Köpfchen vieler Säugetiersamenfäden.“

In Fig. 2 1, 2 und 3 auf Tafel XLI seiner ausführlichen Mittheilung bildet Bütschli die reifen Samenkörper von *Blatta* (*Periplaneta*) *orientalis* zutreffend ab. Nur das eigentliche Spitzenstück unterhalb des Scheibchens ist diesem Forscher entgangen. Im Text beschreibt Bütschli die Spermatozoen von *Blatta orientalis* genauer (l. c. pag. 530): „Fig. 1 zu 2, auf Tafel XLI gehörig, stellt den reifen Samenfaden von *Blatta* (*Periplaneta*) *orientalis* dar, mit deutlichem Mittelstück und einem auf dieses aufgesetzten, blassen, kreisrunden Scheibchen, über dessen Bedeutung ich nicht klar geworden bin. Sowohl das Mittelstück, wie auch dieses Scheibchen haben sehr bestimmte Dimensionen: die Länge des ersteren beträgt ziemlich constant 0,0113 mm, der Durchmesser des Köpfchens 0,0028 mm. Die Fig. 2 und 3 stellen Formen dar, wie man sie durch Einwirkung von Ammoniak erhält; es schwillt hierbei das Mittelstück sehr beträchtlich auf, während sich das Scheibchen fast völlig unverändert erhält und der Schwanzfaden auch nicht gerade sehr beträchtlich alteriert wird.“

Auch hier ist also Bütschli noch in dem Irrtum befangen, den eigentlichen Kopf für ein Homologon des Mittelstückes Schweigger-Seidel's, d. h. für einen vorderen Abschnitt der Geissel selbst, zu halten.

Eine sehr wichtige Beobachtung, die einzige über eine innere Zusammensetzung der Insectenspermatozoen vor den Veröffentlichungen von E. Ballowitz (l. c.), hat O. Jensen 1879 bekannt gemacht (O. Jensen, die Structur der Samenfäden, Bergen 1879).

Dieser Forscher berichtet von den Samenkörpern der *Blatta americana* Dey.: l. c. pag. 16:

„Von Insecten habe ich *Blatta americana* untersucht. Vollständig entwickelte Samenfäden, dem gerade getötenen Tiere entnommen, zeigen nach einem kurzen Aufenthalt in einer Kochsalzlösung (in welcher sie sich anfangs ganz natürlich bewegten) aufs deutlichste die Zusammensetzung des Schwanzes aus zwei gleichen dicken und im ganzen vollständig gleich aussehenden Strängen. Nur einmal bei den übrigens selten

vorgenommenen Untersuchungen der Samenfäden von *Blatta* begegnete mir ein Fall, in welchem beide Stränge näher an einander lagen; der eine Strang wand sich um den andern, der mehr geradlinig war, herum. Sonst lagen die Stränge durch die starke Maceration unregelmässig von einander entfernt. Einigemal, als die Stränge auf die Weise weit von einander entfernt oder sogar ganz aus einander gebogen waren, löste sich von dem einen Strang ein viel feinerer Strang ab. Ohne Zweifel sind die Stränge auch hier aus mehreren dünneren zusammengesetzt.“

Jensen hat also bei *Blatta* die fädige und fibrilläre Structur der Spermatozoen-Geissel schon sehr richtig erkannt. Dass einmal die beiden Stränge sich um einander etwas herumgewunden hatten, war jedenfalls zufällig und bei den langen in der Flüssigkeit herumflottierenden Fäden leicht erklärlich, denn die Fäden liegen parallel neben einander. Zutreffend bemerkt dann noch Jensen (l. c. pag. 17), dass „ein eigenes Mittelstück an den vollständig entwickelten Samenfäden nicht zu entdecken ist.“ Auch die Abbildung, welche dieser Autor von dem Spermatosom der von ihm untersuchten *Blatta* auf der Tafel seiner Abhandlung in Fig. 25 giebt, ist sehr korrekt. Es ist danach auch bei dieser Art das Spitzenscheibchen vorhanden; auch das in das Scheibchen vorragende Spitzenstück wird in der Zeichnung schon angedeutet.

Mit der Untersuchung der Bewegung der Spermatozoen von *Periplaneta orientalis* hat sich J. Dewitz beschäftigt, macht aber über die Samenkörper dieses Orthopterus nur die kurze Bemerkung:

„Die Spermatozoen von *Periplaneta orientalis* gleichen denen der Heuschrecken.“ (J. Dewitz, Ueber die Gesetzmässigkeit in der Ortsveränderung der Spermatozoen und in der Vereinigung derselben mit dem Ei. Archiv für die gesamte Physiologie. 1886. Bd. XXXVIII. pag. 360.)

Dies ist aber nicht zutreffend, da den Spermatozoen von *Periplaneta*, welche bedeutend kleiner als die der Heuschrecken sind, der winkelförmige Kopfanhang fehlt und eine Zusammenlagerung zu Syrygien hier nicht beobachtet wird.

Die Vermutung Leydig's (Fr. Leydig, Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Tiere, Bonn 1883, pag. 117 und 118), dass den

Samenkörpern der Insecten ein „Spiralsaum“, der sich in Spiraltouren um die Geissel herumwinden soll, zukäme, bestätigt sich nach obigen Untersuchungen auch für die Orthopteren nicht; ich habe nirgends eine Andeutung davon wahrnehmen können.

Schliesslich hat vor kurzem O. vom Rath eine Mitteilung über die Spermatozoonen von *Gryllotalpa* vulg. gemacht. (Zur Kenntnis der Spermatogenese von *Gryllotalpa vulgaris* Latr. Archiv für mikroskopische Anatomie. 1890. Bd. XL. pag. 115. Tafel V.)

O. vom Rath sagt mit Bezug auf die ausgebildeten Samenkörper dieses Tieres (pag. 115):

„Der reife Samenfaden zeigt einen spindelförmigen, länglichen Kopf und langen Schwanz.“ Dass die Abbildung, welche dieser Autor von einem ausgebildeten Samenfaden von *Gryllotalpa* auf Tafel V in Fig. 28 giebt, nicht der Natur entspricht, zeigt ein Vergleich mit meinen Abbildungen.

Der Kopf ist zu lang und zu dick gezeichnet, ohne Abgrenzung von der Geissel und ohne Spitzenstück. Offenbar hat hier vom Rath nicht ein reifes Spermatozoon vor sich gehabt, sondern ein noch nicht ausgebildetes. Von einer weiteren Zusammensetzung der Geissel, die als einfacher, dünner Faden gezeichnet ist, wird nichts erwähnt.

Von den andern Insecten-Ordnungen wurden Vertreter der Hymenopteren, Neuropteren und Hemipteren von mir untersucht. Der Bau der Samenkörper dieser Insecten gleicht im allgemeinen dem bei *Blatta* gefundenen. Die Länge der Samenkörper ist hier ziemlich verschieden. Klein scheinen die Samenkörper bei den Neuropteren zu sein, während sie bei den andern beiden Ordnungen meist von mittlerer Grösse sind. Am Kopf lässt sich deutlich eine Zusammensetzung aus einem grösseren Hinterstück und kleinem Spitzenstück erkennen.

Fig. 17 auf Tafel X zeigt z. B. das Spermatozoon von *Aeschna grandis*, dessen Geisselteil in drei Fasern zerfallen ist. Die Fasern lösen sich hier gewöhnlich zuerst an der hinteren Spitze der Geissel. Fig. 18 auf Tafel X und die Figuren 19—22 auf Tafel XI stellen Samenkörper von Hymenopteren dar. Fig. 18 stammt aus dem *Receptaculum seminis* der Honigbiene. Die Geissel ist der ganzen Länge nach in drei Fäden

gespalten, welche indessen noch an der hinteren Spitze vereinigt sind. Bei weiter vorschreitender Maceration löst sich auch diese Verbindung.

Dies Präparat stammt aus einer Deckglasmaceration in 1 procentiger Kochsalzlösung; der Zerfall in Fasern tritt bei der Honigbiene aber nicht so leicht ein. Dasselbe zeigt Fig. 19 auf Tafel XI bei der Gartenhummel. Das Spermatozoon stammt gleichfalls aus dem Receptaculum eines überwinterten Weibchens. Auch hier erhält sich noch lange die Verbindung der drei Fasern an der hintern Spitze des Geisselteiles.

Die Figuren 20—22 lassen verschiedene Zerfallstadien der Spermatozoen einer nicht weiter bestimmten Blattwespe (*Hylotoma spec.*) erkennen.

In Fig. 20 ist die Geißel in zwei ungleich dicke und ungleich gefärbte Fasern zum Teil zerlegt; beide Fasern sind im hinteren Teil der Geißel noch vereinigt.

In Fig. 21 ist der Zerfall vollständig eingetreten, sodass das Spermatozoon „doppelschwänzig“ erscheint. In Fig. 22 hat sich von der dickeren Faser noch eine dritte der ganzen Länge nach getrennt.

Ganz ähnlich verhalten sich die Samenkörper der Hemipteren. So trennt sich z. B. bei Blattwanzen (*Acanthosoma*) und bei *Nepa cinerea* nach mehrtägiger Maceration unter dem Deckglas in 0,75 procentiger Kochsalzlösung die Geißel sehr leicht in zwei Fasern von ziemlich gleichem Aussehen, von dem sich dann alsbald noch eine dritte ablöst, so dass auch hier am Kopfe dann drei Fäden hängen.

Bei allen diesen von mir untersuchten Spermatozoen wurden nun häufig ausserdem noch feinste Fibrillen gesehen, welche sich von den isolierten drei Fasern ablösten, woraus hervorgeht, dass noch eine weitere feinere Zusammensetzung der Fasern aus feinsten Fibrillen besteht.

Ein Verbindungsstück ist nicht vorhanden. Die drei Fasern, sowie die Fibrillen sind von gleicher Länge, das heisst von der Länge des Geisselteiles und liegen, durch Kittsubstanz vereinigt, parallel neben einander.

Aus Obigem folgt, dass die von mir untersuchten Insecten einen Bau ihrer Samenkörper besitzen, der den von E. Ballowitz bei den Coleopteren gefundenen Bauverhältnissen im allgemeinen entspricht.

Nach allem scheint sich bei den Insecten-Spermatozoen ziemlich allgemein der Kopf aus einem Spitzenstück und Hinterstück zusammenzusetzen, während die Geißel aus drei fibrillären Fasern besteht.

Nur bei vielen Coleopteren liegen nach E. Ballowitz compliciertere Verhältnisse vor, hauptsächlich bedingt durch die Entwicklung eines typischen flimmernden Krausensaumes und einer elastisch-federnden, structurlosen Stützfaser.

Zum Vergleiche füge ich die Abbildung der Spermatozoen eines Coleopters (*Morimus funereus* Muls) in den Figuren 23 und 24 auf Tafel XI bei, deren Geisselteil einen an eine structurlose Stützfaser (*Stf*) angehefteten schönen, krausenförmig eingebogenen Flimmersaum (*Fl.-S*) besitzt.

In Fig. 23 hat sich der letztere von der Stützfaser abgelöst; nur am Kopfe und an der Geisselspitze besteht noch ein Zusammenhang. In Fig. 24 ist ein weiterer Zerfall dadurch eingetreten, dass sich von dem Flimmersaum eine dritte Faser abtrennte.

Eine zierliche Schleife, in welche sich die Stützfaser an einer Stelle gelegt hat, verrät die federnde Elasticität, welche dieser Faser eigentümlich ist. Dieser Zerfall in drei Fasern tritt auch hier sehr leicht ein und findet statt, noch bevor eine weitere Zerlegung der Geißel, speciell der beiden den Flimmersaum zusammensetzenden Fasern erfolgt.

Ueber eine innere Zusammensetzung der Spermatozoen der Hymenopteren, Neuropteren und Hemipteren war bis jetzt nichts bekannt. — Am eingehendsten hat sich noch von Siebold in seiner bereits citierten grundlegenden Arbeit mit der spermatologischen Untersuchung dieser Insecten-Ordnungen beschäftigt; er versichert, dass er hier nirgends die „Haarform“ der Spermatozoen vermisste.

#### Crustacea.

Als Vertreter der Crustaceen wählte ich die Cirrhipeden, und zwar aus dem Grunde, weil die Samenkörper dieser Krebstiere lebhaft beweglich sind.

Das Sperma wurde dem zur Brunstzeit strotzend mit Samenkörpern erfüllten Ausführungsgange der Hoden entnommen. Zur Untersuchung kamen *Balanus improvisus* Darw. und *Lepas anatifera* L.

Fig. 25 stellt ein Spermatozom von *Balanus* dar nach Fixierung mittelst Osmiumsäuredämpfen mit nachfolgender Färbung. Die Samenkörper bilden hier schmale Fäden von mittlerer Länge. Bei starker Vergrößerung erscheint an den gefärbten Präparaten unmittelbar an dem sich intensiv tingierenden Faden ein blasser, sehr schmaler, schwer sichtbarer Streif, der vielleicht einen sehr schmalen Saum darstellt. Dieser Saum wurde in den Figuren nicht gezeichnet. In einiger Entfernung von der vorderen Spitze sitzt dem Faden ein halbmondförmig gebogener, feinkörniger Körper von eigentümlich mattem Glanze an. Der Samenfadens zieht an diesem Körper, mit demselben verbunden, an dessen concavem Rande vorüber, wie sich sehr genau feststellen lässt. Das Vorkommen dieses Körpers ist nicht ganz constant, er kann auch fehlen, wie z. B. bei *Lepas anatifera*; Fig. 30 zeigt das Spermatozom von *Lepas* als einfachen geschlängelten Faden. Die naheliegende Vermutung könnte sein, dass der erwähnte Körper den Kern der ursprünglichen Bildungszelle des Samenkörpers, mithin seinen Kopf repräsentiert. Die nähere Untersuchung bestätigt diese Vermutung aber nicht. Denn es giebt dieser Körper keine spezifische Kerntinction: mit Alauncarmin färbt er sich z. B. nicht mehr als der andere Teil des Samenfadens. Auch trennt sich der Körper sehr leicht in den Kochsalzmacerationen von dem Faden ab, löst sich in den Macerationen auf und geht bald zu Grunde. Auch die Inconstanz seines Vorkommens spricht dagegen.

Nach allem scheint hier vielmehr ein Protoplasmarest von dem Cytoplasma der Bildungszelle des Samenfadens vorzuliegen.

Wenn man nun aber nach dem Kopfe des Spermatozoms sucht, so ergibt sich das höchst merkwürdige Resultat, *dass ein Kopf* als distinctes Gebilde *sich weder an den Spermatozoen von Balanus, noch an denen von Lepas nachweisen lässt*. Weder äusserlich ist ein solcher an den Fäden abzugrenzen, noch gelingt es durch Färbung, ein Kerngebilde zur Darstellung zu bringen.

Spermatogenetische Untersuchungen müssen die Erklärung hierfür bringen und feststellen, in welche Teile des Samenkörpers der Kern seiner Bildungszelle übergeht.

Am deutlichsten überzeugt man sich von dem Fehlen des Kopfes



an Macerationspräparaten, die in 3 procentiger Kochsalzlösung hergestellt wurden.

Die Samenfäden zerfallen sehr leicht in zwei Fasern, die oft ungleiche Dicke besitzen (Fig. 26, 28, 29, 31). Der Zerfall erstreckt sich bis auf die unmittelbare Nähe der beiden Spitzen des Fadens, so dass hierdurch das Vorhandensein eines wenn auch sehr kleinen Kopfes ausgeschlossen wird. Die dünnere Faser zerlegt sich nun bei weiter vorschreitender Maceration sehr leicht in oft mehrere feinste Fibrillen (Fig. 28, 29, 31, *Fb*). Aber auch von der dickeren Faser sah ich feinste Fibrillen sich ablösen (Fig. 31).

Bisweilen trennt sich eine Fibrille von dem Samenfaden ab, bevor noch eine Zweiteilung desselben erfolgt ist (Fig. 27, *Fb*).

Es besitzen also auch diese lebhaft beweglichen Samenfäden der Cirrhipeden eine exquisit feinfädige Structur. Wir konnten demnach feststellen, dass die Spermatozoen bei allen von mir untersuchten Arthropoden eine faserige und fibrilläre Zusammensetzung ihrer contractilen Teile besitzen.

Von kurzen Notizen abgesehen, in denen die Spermatozoen der Cirrhipeden als einfache Fäden beschrieben werden, haben nur v. Siebold, v. Kolliker und M. Nussbaum ausführlichere Angaben über diesen Gegenstand gemacht.

v. Siebold sagt (l. c. pag. 29): „Die milchweisse Flüssigkeit, mit welcher die Ausführungsgänge strotzend gefüllt sind, besteht aus nichts als haarförmigen Körpern, welche zittern und mit Wasser verdünnt sich drillen und zu Oesen zusammendrehen. Die einzelnen Spermatozoen, denn das sind diese Haare gewiss, bewegen sich schlängelnd und wedeln mit dem einen oder anderen Ende schnell hin und her.“

Ausführlicher sind die Samenelemente der Cirrhipeden von v. Kolliker beschrieben worden. (Beiträge zur Kenntnis der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Tiere. Berlin 1841. pag. 16 und 17.) Dieser Forscher hat auch bereits den oben erwähnten Anhang gesehen und als einen Rest des Bildungsplasmas des Spermatoocyts gedeutet. In der angeführten Stelle heisst es:

„Von den Rankenfüssern (Cirrhipeden) habe ich eine Chthamalus-art, Balanus Stroeheimii und sulcatus untersucht; sie zeigten soviel

Aehnlichkeit mit einander, dass ich nur den ersten ausführlicher betrachten will.

Die Hoden, erst durch R. Wagner und v. Siebold genau bekannt, bestehen aus vielfach verästelten, blind endigenden Kanälen, welche in einen weiten Ausführungsgang einmünden, der sich durch seine blendend weisse Farbe leicht zu erkennen giebt. Die Samenfäden dieses *Chthamalus* zeigten sich ganz denen gleich, welche v. Siebold bei *Balanus pusillus* gefunden hat; sie sind haarförmig, in der Mitte, meist gegen das eine Ende hin, etwas verdickt und beiderseits spitz zulaufend. Ihre Länge beträgt 0,035—0,04''' . Sie liegen oft ganz ruhig, andere Male jedoch zeigten sie sehr lebhafte, schlängelnde Bewegungen; es gelang mir aber nicht, Ursachen aufzufinden, welche das eine oder das andere bedingt hätten. In den Individuen, wo sie sich nicht bewegten, lagen sie entweder gerade gestreckt oder mannigfach verschlungen, kleine Ringe und andere Figuren darstellend. So gebildete Samenfäden erfüllten in dichten Massen, einander parallel gelagert, den weiten ductus deferens. Im Hoden dagegen kamen ganz andere Formen vor; die Samenfäden waren zwar noch haarförmig, besaßen aber alle so ziemlich in der Mitte eine elliptische oder rundliche kleine Anschwellung; es fanden sich auch solche, welche zwei, selbst drei, dann aber kleinere solche Anschwellungen besaßen. Spürt man der Bedeutung und dem Werden dieser Formen weiter nach, so gelangt man zur Anschauung, wie jeder einzelne Samenfaden aus einer besonderen Zelle besteht. Es finden sich nämlich in den letzten Endigungen des Hodens eine Schicht runder Zellen von 0,002—0,004''' Durchmesser, die einen deutlichen Kern enthalten; auf sie, doch schon untermischt mit ihnen und nicht schichtenweise von ihnen abgegrenzt, folgen andere Zellen derselben Grösse mit blasserem Kerne, die an einer oder zwei Seiten etwas zugespitzt sind, andere haben in der Mitte eine Einschnürung. Die Enden dieser zugespitzten Zellen wachsen nun immer mehr in Fasern aus, und je mehr man nach der Mitte der Kanäle der blinden Endigungen der Hoden zurückt, um so länger findet man die ausgewachsenen Fasern, um so feiner werden sie und um so kleiner wird die ursprüngliche Zelle, bis man endlich in der Mitte auf die erwähnten Samenfäden mit einer oder mehreren kleinen Anschwellungen stösst.“

Pag. 17: „Ganz so beobachtete ich auch die Entwicklung der Samenfäden des *Balanus Stroehmii*. Hier aber war auch der ductus deferens mit lauter unentwickelten Samenfäden erfüllt, die keine Bewegung hatten und schon jetzt erkennen liessen, dass sie zarter und länger werden würden, als die der vorigen Art.

In den meisten Individuen des *Balanus sulcatus* fanden sich nur unentwickelte Samenfäden in oben beschriebener Form und von 0,0280''' Länge, die sich lebhaft bewegten und auch drillten. Bei einigen konnte ich jedoch ebenfalls sehr schön ihre Entwicklung von der Zelle an verfolgen. Nur möchte hier dieses noch zu erwähnen sein, dass auch die ziemlich entwickelten, doch noch unausgebildeten Samenfäden der Hoden sich bewegten.“ —

Leider hat v. Kölliker das Schicksal des Zellkernes nicht weiter verfolgt.

In neuerer Zeit hat M. Nussbaum einige Mitteilungen über die Samenelemente einiger kalifornischer Cirrhipeden gemacht (M. Nussbaum, Anatomische Studien an californischen Cirrhipeden. Bonn 1890. pag. 63—64. Taf. 7. Fig. 19).

In betreff der Zusammensetzung der reifen Samenfäden eines Cirrhipeden (*Pollicipes polymerus*) sagt Nussbaum (L. c. pag. 64):

„Der Kern der Spermatiden enthält schliesslich eine körnige, färbare Substanz, streckt sich in die Länge und wird zum Kopf des Samenfadens, der vorn in ein feines glänzendes Spitzchen ausläuft. An den aus den Hodenacini frisch entnommenen Samenfäden konnte am Schwanzfaden noch ein feiner Flossensaum, das Analogon der undulierenden Membran der Urodelspermatozoon nachgewiesen werden.“

Demnach ist bei diesem Cirrhipeden in der That an dem Spermatozoon ein Kopf vorhanden.

## Erklärung der Tafeln X u. XI.

In allen Figuren bedeutet: *K* den Kopf, *G* den Geisselteil des Spermatozoms, *V* Verbindungsstück, *H* Hauptstück, *E* Endstück der Geissel, *Sst* Spitzenstück, *Hst* Hinterstück des Kopfes.

### Taf. X.

- Fig. 1. Spermatozom aus dem Vas deferens von *Gryllotalpa vulgaris* Latr. Nach Fixierung mit Osmiumdämpfen Gentianafärbung. Das Endstück (*E*) setzt sich sehr deutlich vom Hauptstück (*H*) der Geissel ab. Spitzenstück des Kopfes mit dem Hinterstück desselben gleichmässig gefärbt.
- Fig. 2. Spermatozom vom Heimchen. *Gryllus vulgaris*: 24 Stunden unter dem Deckglas in 0,75procentiger Kochsalzlösung maceriert. Am Kopf ist das stiftartige Spitzenstück (*Sst*) sichtbar. Verbindungsstück (*V*) vom Hauptstück der Geissel nicht abgegrenzt. Endstück (*E*) der ganzen Länge nach in neun feinste Fibrillen zerfallen, die noch von verschiedener Dicke sind; besonders ist eine derselben noch wesentlich dicker als die übrigen und jedenfalls noch aus mehreren Elementarfibrillen zusammengesetzt.
- Fig. 3—5. Spermatozoen von *Gryllotalpa vulgaris* in verschiedenen Zerfallstadien, nach 24stündiger Maceration unter dem Deckglas in 0,75procentiger Kochsalzlösung, Gentianafärbung. Bezeichnung des Kopfes wie in Fig. 2.
- Fig. 3. Geissel der Länge nach in drei parallel neben einander gelegene Fasern zerfallen. Bei  $\alpha$  eine Umbiegung der Geissel. Endstück (*E*) in zwei Hälften zerspalten; von der einen Teilfaser hat sich eine feinste Elementarfibrille (*Ef*) abgelöst.
- Fig. 4. Von der Geissel hat sich nur eine Faser abgelöst, die oben am Kopf und unten in der Nähe des Endstückes (*E*) der Länge nach in sieben ungleich dicke Fädchen zerspalten.
- Fig. 5. Geissel auf Strecken in zwei resp. drei Fasern zerfallen; zwei davon zerlegen sich wieder in feinere Fädchen. Endstück der Länge nach in acht feine Fäden geteilt.
- Fig. 6, 7. Spermatozoenköpfe mit dem vorderen Stück der Geissel von *Gryllotalpa vulgaris*; Fig. 8, 9 und 10 desgleichen von *Gryllus vulgaris*.
- Fig. 6. Kopf, frisch nach Osmiumfixierung ohne Färbung untersucht; helle centrale Linie im Innern desselben. Spitzenstück noch nicht deutlich sichtbar.
- Fig. 7. Aus einem Deckglas-Trockenpräparat von mit Osmiumdämpfen fixiertem und mit Gentianaviolett gefärbtem Material. Das Präparat hat einige Zeit dem Lichte ausgesetzt gelegen, so dass die Färbung verblasst war. Hinterstück und Spitzenstück des Kopfes sind entfärbt. An der Grenze zwischen beiden eine intensiv gefärbte Stelle, desgleichen eine schmale, dunkel gefärbte, scharf begrenzte, meist etwas gebogene Querlinie an der Grenze zwischen Kopf und Geissel (wahrscheinlich die gefärbte Kittsubstanz, welche Kopf mit Geissel verbindet). Anfangsstück der Geissel in drei Fasern zerlegt.

Fig. 8. Aus einem mit Gentianaviolett gefärbten Präparat, das 24 Stunden in 0,75 procentiger Kochsalzlösung gelegen hat. Spitzenstück blass, stiftartig.

Fig. 9 und 10. Desgleichen nach 48stündiger Maceration. Spitzenstück intensiver gefärbt als der etwas gequollene Kopf. Das vordere Ende der Geißel lässt zwei Fasern erkennen, von denen die eine mit ihrem Ende am hinteren Pol des Kopfes inseriert, während die andere Faser seitlich am Kopfrande emporsteigt und sich dort anheftet.

Fig. 10. Desgleichen. Die aufsteigende Faser hat sich mit ihrem Ende von der Seite des Kopfes losgelöst. Geißel im hinteren Verlaufe in drei Fasern geteilt.

Fig. 11—15. Aus dem Vas deferens von *Periplaneta orientalis*.

Fig. 11, 14 und 15. Ganze Samenkörper.

Fig. 12 und 13. Isolierte Köpfe.

Fig. 11. Kopf des Samenfadens von der Fläche gesehen; frisch in physiologischer Kochsalzlösung untersucht. *B* blättchen- oder scheibenartiger Kopfaufsatz. *Sst* Spitzenstück, welches von dem Hinterstück des Kopfes durch eine schmale, helle Linie getrennt ist.

Fig. 12 und 13. Köpfe von den Kanten gesehen, wie Fig. 11; in Fig. 13 hat sich der blättchenartige Aufsatz unter einem Winkel umgebogen.

Fig. 14. Untersucht nach Fixierung in 0,75procentiger Kochsalzlösung und Gentianafärbung. Spitzenstück und Hinterstück des Kopfes gleichmässig gefärbt. Blättchen an dem vordern Ende mit einem punktförmigen Spitzchen versehen. Die Geißel hat sich der Deckglasfläche dicht angelegt; man erkennt die abgeplattete Gestalt des Geißelteiles, einen hellen, mehr geraden, und einen etwas dunkler gefärbten, ein wenig gebogenen, saumartig erscheinenden Rand.

Fig. 15. Wie vorher, nach dreitägigem Liegen unter dem Deckglas. Der linke Rand des Kopfblättchens umgebogen. Spitzenstück des Kopfes intensiv gefärbt, sehr deutlich, während das Hinterstück des Kopfes abgeblasst ist. Die Geißel zeigt in der Mitte einen Zerfall in zwei und am Ende in drei Fasern. (Ein Zerfall der Geißel tritt nach stattgehabter Fixierung mit Osmium gewöhnlich nicht ein; derselbe war an diesem Samenfaden vielleicht schon vor der Fixierung in der Kochsalzlösung, in welcher zuvor untersucht wurde, eingetreten.

Fig. 16. Kopf und vorderer Teil der Geißel eines Spermatozoms von *Blatta germanica*. Aus einem nicht mit Osmiumsäure fixierten Deckglas-Trockenpräparat von mit physiologischer Kochsalzlösung verdünntem Material nach längerem Liegen. Der zuvor intensiv gefärbte Kopf hat sich wieder entfärbt bis auf das dadurch sehr deutlich werdende Spitzenstück. Geißel deutlich schmal bandartig, wie in Fig. 14 streckenweise in 3 Fasern zerlegt.

Fig. 17. Samenkörper von *Aeschna grandis* L., ungefärbt, nach 24stündiger Maceration in 0,85procentiger Kochsalzlösung. Geißel in 3 Fasern zerfallen.

Fig. 18. Samenfaden aus dem *Receptaculum seminis* der Königin der Honigbiene (*Apis mellifica* L.). Nach 48stündiger Maceration in 1procentiger Kochsalzlösung unter dem Deckglas. Geißel der ganzen Länge nach in 3 Fasern zerfallen, welche am oberen und unteren Ende noch mit einander in Zusammenhang sind.

## Taf. XI.

- Fig. 19. Spermatozom aus dem Receptaculum seminis der Gartenhummel (*Bombus hortorum* L.). Deckglasmaceration in 1procentiger Kochsalzlösung.
- Fig. 20—21. Spermatozom einer Blattwespe (*Hylotoma* sp.)
- Fig. 20. Geißel in 2 ungleich dicke Fasern zerfallen, die vorne und hinten noch zusammenhängen.
- Fig. 21. Die beiden Geißelfäden sind in ganzer Länge von einander getrennt.
- Fig. 22. Die dickere Faser hat sich wieder in 2 Fasern zerlegt, sodass an dem Kopfe drei völlig von einander getrennte Fäden hängen.
- Fig. 23 und 24 stellen mit typischem Flimmersaum und structurloser Stützfaser versehene Spermatozoen eines Coleopters (*Morimus funereus* Muls.) dar.
- Fig. 23. Der Flimmersaum (*Fl-S*) bis auf die Spitze von der Stützfaser (*Stf*) abgelöst.
- Fig. 24. Geißel in ganzer Länge in 3 Fasern zerlegt, welche vorn am Kopfe und hinten am äussersten Ende der Geißel noch zusammenhängen. Die Stützfaser (*Stf*) zeigt eine zierliche Schleife, welche ihre Elasticität und Biegsamkeit verrät. Die anderen beiden Fasern sind aus dem Zerfall des Flimmersaumes hervorgegangen.
- Fig. 25—29. Spermatozomen von *Balanus improvisus* Darw.
- Fig. 25. Frisch nach Osmiumfixierung gefärbt. *P* Protoplasmaanhäufung, an deren rechtem Rande der hier etwas eingebogene Faden vorbeigeht.
- Fig. 26—29. Deckglasmacerationen in 3procentiger Kochsalzlösung.
- Fig. 26. Samenfadens in 2 Teilfäden zerlegt.
- Fig. 27. Von dem Samenfadens hat sich eine feinste Fibrille (*Ff*) abgelöst.
- Fig. 28. Der Samenfadens hat sich in zwei etwas ungleich dicke Fäden zerlegt; der dünnere Teilfaden teilt sich wieder in zwei Hälften.
- Fig. 29. Dasselbe. Der dünnere Faden zeigt eine noch weiter gehende Zersplitterung in feinste Fibrillen.
- Fig. 30 und 31. Samenfasern von *Lepas anatifera* L.
- Fig. 30. Intactes Spermatozom nach Osmiumsäure-Fixierung. Keine Protoplasmaanhäufung. (Vergl. Fig. 25).
- Fig. 31. Aus einer Maceration in 3procentiger Kochsalzlösung. Samenfadens in zwei etwas ungleich dicke Fäden geteilt. Der dünnere Faden an mehreren Stellen in feinste Fibrillen (*Ff*) aufgelöst. Aber auch von dem dickeren Faden hat sich an zwei Stellen eine feinste Fibrille abgelöst.



# Bemerkungen zu der Arbeit von Dr. phil. Karl Ballowitz

über die

*Samenkörper der Arthropoden nebst weiteren spermatologischen Beiträgen, betreffend die Tunicaten, Mollusken, Würmer, Echinodermen und Coelenteraten*

von

Dr. med. **Emil Ballowitz,**

Professor an der Universität Greifswald.

(Mit Tafel XII und XIII.)

Zu den in der vorhergehenden Arbeit mitgeteilten Untersuchungen meines Bruders über die Samenkörper der Arthropoden möchte ich noch folgendes bemerken.

Zunächst wird von meinem Bruder ausführlich die Methode beschrieben, nach welcher auch ich einen Teil meiner Untersuchungen über die Spermatozoen der Evertebraten ausgeführt habe. Ich lege Gewicht auf diese ausführliche Darlegung des Verfahrens, weil es von einer genauen Befolgung desselben sehr abhängt, dass man dieselben Resultate, wie ich, erhält. Besonders möchte ich die Maceration unter dem Deckglase mit nachträglicher Färbung empfehlen. Nach vorher gegangener Färbung tritt der Zerfall der Geissel gewöhnlich nicht mehr ein.

Sodann möchte ich noch besonders hinweisen auf die von meinem Bruder aufgefundene complicierte Structur der Samenkörper von *Gryllo-talpa* und *Gryllus*, welche interessante Uebereinstimmungen mit dem Baue der Säugetier-Spermatozoen<sup>1)</sup> zeigen (fibrilläre Structur des sehr langen Endstückes).

<sup>1)</sup> E. Ballowitz, Das Retzius'sche Endstück der Säugetier-Spermatozoen. Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie. 1890. Bd. VII.

Die Spermatosomen der Locustinen, welche zu Spermatozygien vereinigt sind, scheinen mir einfacher gebaut zu sein, von dem durch von Siebold zuerst beschriebenen Kopfanhang abgesehen, und nicht die Gliederung der Geissel zu besitzen, wie sie bei den oben genannten Orthopteren beschrieben wurde. Wenigstens konnte ich bei *Decticus verrucivorus* L. kein derartiges Endstück auffinden. Indessen gelang es mir auch bei dieser Heuschrecke, die Zusammensetzung der Spermatozoen-Geissel aus fibrillären Fäden festzustellen. Lagten die Samenkörper, die dem Receptaculum des Weibchens entnommen wurden, 6—8 Tage in 0,75procentiger Kochsalzlösung unter dem Deckglase, so waren die Geisseln der meisten Samenkörper in 2—3—4 Fasern zerfallen. In Fig. 1 z. B. hat sich das eine Ende eines Bruchstückes in 4 gleich lange und ziemlich gleich aussehende Fäden zerlegt. Die Geisseln erschienen in diesen Präparaten, wenn sie sich den Glasflächen dicht angelagert hatten, bandförmig platt mit doppeltem Contour; der eine Rand färbt sich etwas intensiver als der andere. Bisweilen hat sich ein feinerer Faden von dem dickeren Rest abgelöst (Fig. 2). Nicht selten zeigte die eine oder andere Teilfaser eine weitere fibrilläre Zusammensetzung (Fig. 3). Häufig wurden in den Präparaten auch isolierte feinste Fibrillen beobachtet. Die in Gruppen zusammenliegenden Samenkörper zeigten meist gleiche Zerfallstadien.

Auch bei den übrigen Ordnungen der Insekten besitzen die Samenkörper eine fädige Zusammensetzung. So konnte an den sehr langen und sehr feinen Spermatosomen der Lepidopteren eine fibrilläre Structur von mir nachgewiesen werden. Ich untersuchte den Inhalt des Receptaculum seminis von *Ocnieria monacha* L. genauer in Deckglas-Macerationen, die bis 7 Tage in 0,75procentiger Kochsalzlösung macerierten. Die Geisseln der Samenkörper dieses Schmetterlings sind sehr schmal und gleichfalls bandförmig abgeplattet; der eine Rand ist zarter und etwas mehr gebogen, so dass er an den Fäden, die sich den Glasflächen dicht angelegt haben, flimmersaumartig hervortritt. Trotz ihrer Feinheit zerfiel auch hier die Geissel häufig auf grosse Strecken hin in 2—3 Fäden (Fig. 4). Dann und wann lösten sich feinste Fibrillen von der Geissel ab, bevor dieser fädige Zerfall eintrat (Fig. 5). Bisweilen zerfiel die Geissel in 4 etwas ungleiche Fäden



(Fig. 6). Ausserdem wurden in den Präparaten zahlreiche isolierte feinste Fibrillen gefunden. Dasselbe wurde bei *Sphinx ligustri* L. beobachtet.

Aus allem geht hervor, dass bei den Insecten, mag die Grösse und Form der Samenkörper auch noch so verschieden sein, die Geissel der Spermatozoen eine fädige und fibrilläre Zusammensetzung besitzt. Von Wichtigkeit ist das Resultat, dass die Geissel bei der weitaus grössten Mehrzahl der Insecten aller Ordnungen aus 3 Hauptfasern besteht, die wiederum eine weitere complicierte (fibrilläre) Structur besitzen, sobald sie contractil sind. Eine so weit gehende morphologische und physiologische Differenzierung dieser Hauptfasern, wie sie von mir bei den Coleopteren<sup>1)</sup> aufgefunden wurde, habe ich in den anderen Insecten-Ordnungen indessen nicht wieder angetroffen, und scheint sie in diesem Umfange nur den Coleopteren eigentümlich zu sein. Auch kam ein so breiter und typisch ausgebildeter Flimmersaum, dessen flimmernde Krausen wie Ruderplättchen wirken, nur in dieser Insecten-Ordnung zur Beobachtung.

Uebrigens will ich es dahin gestellt sein lassen, ob nicht hier und da bei den Insecten abweichende Spermatosomen-Formen vorkommen. So wollte es mir z. B. bei *Notonecta glauca* an den sehr langen und dicken Spermatozoen dieses Hemipters seinerzeit nicht gelingen, einen faserigen Bau zur Darstellung zu bringen; ich füge aber ausdrücklich hinzu, dass ich hier die Versuche nicht oft wiederholt habe.

Von grosser Bedeutung wäre schliesslich die Beobachtung meines Bruders, dass an den fädigen Samenkörpern mancher Cirrhipedien ein morphologisch als Kernderivat kenntlicher Abschnitt in Gestalt eines Kopfes oder kopfähnlichen Gebildes nicht mehr nachgewiesen werden kann. Für *Lepas anatifera* kann ich meinem Bruder nur beistimmen. Auch an den Samenkörpern von *Balanus sulcatus* und *Verruca Stroehmii* machte ich schon 1889 auf Helgoland die Erfahrung, dass ein Kopf an den ausgebildeten Samenfäden nicht mehr aufzufinden war. Die Samenkörper des Vas deferens von *Balanus sulcatus* z. B. sind mässig

---

<sup>1)</sup> E. Ballowitz, Untersuchungen über die Structur der Spermatozoen, zugleich ein Beitrag zur Lehre vom feineren Bau der contractilen Elemente. Die Spermatozoen der Insecten. Zeitschrift f. wissenschaftliche Zoologie. Bd. L.

lange Fäden, welche in einiger Entfernung von dem einen Ende einen meist halbmondförmig gestalteten seitlichen Anhang besitzen, der einer entsprechenden seitlichen Ausbuchtung der Geißel angelagert ist. Dieser Anhang ist nicht constant, ebensowenig wie bei *Verruca*; es müsste genauer untersucht werden, welche Bedeutung und Entstehung dieser seitliche Anhang hat, den Eindruck eines Kernderivates macht derselbe nicht. Bei Untersuchung der frischen Samenkörper in 3procentiger Kochsalzlösung wurde eine nicht sofort in die Augen fallende feine, zitternde Flimmerbewegung an der Geißel, auch an solchen, denen der seitliche Anhang fehlte, beobachtet. Dabei bewegte sich das Spermatozoon langsam mit der einen Spitze vorwärts. Häufig findet eine Oesenbildung statt und zwar dort, wo sich der Protoplasmarest befindet; mit dem anderen, der Oese entgegengesetzten Ende bewegt sich das Spermatozoon voran<sup>1)</sup>. An ungefärbten, durch Osmiumsäuredämpfe fixierten, in Wasser untersuchten Samenkörpern erkennt man, dass das eine, dem Anhang benachbarte Ende in eine feine, kurze Spitze ausläuft; auch das andere Ende wird von einem ein wenig längeren feinen Faden gebildet. Beide Enden setzen sich von dem übrigen Teil des Spermatozoons ziemlich scharf ab. Färbt man durch Osmiumsäuredämpfe fixierte Spermatozoen mit Alauncarmin, welches sonst den Kopf der Samenkörper stets deutlich hervortreten lässt, so erhält man keine Kerntinction, am wenigsten an dem seitlichen Anhang.

Bei näherer Untersuchung erscheint der Samenfaden von *Balanus* und *Verruca* gleichfalls abgeplattet. Der eine Rand tritt etwas heller (bei Färbung mit Gentianaviolett), saumartig hervor. Maceriert man unter dem Deckglase in 3—5procentiger Kochsalzlösung, so teilt sich der Samenkörper alsbald in zwei meist etwas ungleiche Fasern; die eine ist etwas dünner und heller gefärbt, die andere etwas dickere tingiert sich mit Gentianaviolett intensiver. Dieser Unterschied ist aber oft nicht deutlich. Die hellere Faser zerlegt sich nun sehr leicht in zwei und mehr feine und feinste Fädchen. Dieser fadige und fibrilläre Zerfall findet in ganzer Ausdehnung der Geißel von dem einen

---

<sup>1)</sup> Nach auf Helgoland bei nicht sehr günstigem Licht gemachten Beobachtungen.

bis zum anderen Ende hin statt. Der seitliche Anhang löst sich in den Kochsalzmacerationen sehr bald auf.

Ueber die Spermatogenese dieser Gebilde behalte ich mir für einen anderen Ort Mitteilungen vor.

---

Im Anschluss an obige Ausführungen möchte ich bei dieser Gelegenheit eine Anzahl von kleineren spermatologischen Beobachtungen der Oeffentlichkeit übergeben, Beobachtungen, welche ich zum grössten Teil vor Jahren während eines leider nur zu kurzen Aufenthaltes auf Helgoland und in Neapel gelegentlich machte. Es sollen diese Mitteilungen den feineren Bau der Samenkörper bestimmter Tunicaten, Mollusken, Würmer, Échinodermen und Coelenteraten betreffen. Besonderes Interesse dürfte der Nachweis einer complicierteren Structur der Samenkörper der Echinodermen bieten. Ursprünglich war es meine Absicht, diese Untersuchungen, welche mir noch manche wichtige neue Thatsachen zu versprechen scheinen, weiter auszudehnen und die Samenkörper der einzelnen Classen der Evertebraten in ähnlicher Weise monographisch zu bearbeiten, wie ich es bei den Ordnungen der Vertebraten und unter den Arthropoden bei den Coleopteren durchgeführt habe. Indessen fehlte mir hierzu bis jetzt die Gelegenheit und auch die Zeit, da ich anderweitig zu sehr in Anspruch genommen war. Ich will aber jetzt diese meine Notizen und Skizzen nicht mehr länger im Schreibtische ruhen lassen, bitte indessen aus dem angedeuteten Gesichtspunkte für das Aphoristische dieser Mitteilungen um Nachsicht. Ihr Hauptzweck ist, vielleicht Anregung zu weiteren Nachforschungen zu geben.

#### Tunicaten.

Von Tunicaten untersuchte ich in Neapel an der zoologischen Station Ciona intestinalis Flem.

Die Samenkörper dieser Ascidie, welche dem Ausführungsgange des Hodens entnommen waren und sich sehr lebhaft durch schlagende Einbiegungen der Geissel bewegten, sind klein und bestehen aus Kopf und Geissel; ein Verbindungsstück habe ich nicht gesehen und fehlt

dasselbe (Fig. 7—12 auf Taf. XII). Der sehr kleine Kopf ist, von der Fläche gesehen, länglich elliptisch, bisweilen mehr rundlich und zeigt bei gewisser Einstellung einen hellen dellenartigen Fleck, der an die Delle der roten Blutkörperchen der Säugetiere erinnert (Fig. 7). Dass hier in der That ein Eindruck besteht, zeigt die Kantenansicht (Fig. 8), bei welcher der Kopf halbmondförmig oder kommaartig gebogen erscheint. Die eine Fläche des abgeplatteten Kopfes ist mithin convex, die andere concav. Der die Concavität begrenzende Rand scheint dünner zu sein als der Teil des Kopfes, welcher der convexen Fläche entspricht; wenigstens erkläre ich mir so die Erscheinung, dass an tingierten Deckglas-Trockenpräparaten der convexe Rand des Kopfes dunkler gefärbt und ziemlich scharf begrenzt hervortritt (Fig. 9, Kantenansicht des Kopfes aus einem mit Gentianaviolett gefärbten Deckglas-Trockenpräparat). Am vorderen Ende des Kopfes bemerkt man ein kurzes, stiftartiges Spitzenstück, welches schon an dem frischen Object als stark glänzendes Körperchen hervortritt, nach Färbung mit Anilinfarben aber bald verblasst, während der Kopf noch intensiv gefärbt bleibt (Fig. 7—11, *Sst*).

Die Geissel, an welcher, wie ich nochmals hervorheben will, kein Verbindungsstück bemerkt werden konnte, ist sehr fein und besitzt an ihrem hinteren Ende ein sehr feines, kurzes, sehr deutlich abgesetztes Endstück (Fig. 7, 8, 10, *E*), das frei zu Tage tretende hinterste Ende des Axenfadens. Werden die Samenkörper etwa 3 Tage lang unter dem Deckglase in einer 3procentigen Kochsalzlösung der Maceration unterworfen, so löst sich der dünne Protoplasmamantel, welcher den Axenfaden umgiebt, auf, und der letztere zerfällt fast an allen Samenkörpern in eine grosse Anzahl feinsten Elementarfibrillen, welche, wie stets, die Geissel von Anfang bis zu Ende durchsetzen und parallel neben einander im Axenfaden liegen (Fig. 10—12). In Fig. 10 ist nur der vordere Teil des Geisselfadens zerfallen, während der hintere Abschnitt noch von seinem Protoplasmamantel umgeben ist. In Fig. 11 und 12 ist der Axenfaden in ganzer Ausdehnung isoliert und in seine Elementarfibrillen zerlegt. Bisweilen werden diese Fibrillenschweife noch im Zusammenhange mit dem Kopfe angetroffen, so dass derartige Spermatozoen 5—6—mehr-„schwänzig“ erscheinen, um eine von v. la Valette St.

George eingeführte Bezeichnung zu gebrauchen.<sup>1)</sup> Ist der Kopf abgefallen oder aufgelöst, so wird an dem isolierten Axenfaden ein kleines Endknöpfchen sichtbar (Fig. 12, *Ek*). Merkwürdigerweise tritt der fibrilläre Zerfall bei Ciona in Deckglasmacerationen in 3procentiger Kochsalzlösung auch an solchem Material noch ein, welches zuvor durch Osmiumsäuredämpfe fixiert und mit Gentianaviolett gefärbt war; bei anderen Tieren pflegt dann der faserige Zerfall der Geissel auszu-bleiben.

Die Kopfform der Samenkörper scheint bei den Ascidien je nach der Gattung verschieden zu sein. Bei einer Phallusia spec. (?) wenigstens, die ich auf Helgoland untersuchte, fand ich längliche, stäbchenförmige Spermatozoenköpfe, meist noch umgeben von einem Protoplasmarest. Auch bei dieser Ascidie konnte ich an der Geissel kein Verbindungsstück wahrnehmen, die Samenkörper schienen mir aber noch nicht ganz ausgereift zu sein.

Vielleicht fehlt ein Verbindungsstück den Samenkörpern aller Tun-icaten, da Pictet<sup>2)</sup> auch bei den Salpen diesen Abschnitt nicht nach-weisen konnte.

#### Mollusken.

Aus dieser Tierklasse konnte ich Vertreter der Cephalopoden und Gastropoden berücksichtigen. Von Cephalopoden untersuchte ich in Neapel *Sepia officinalis* L. Die Elemente wurden dem Inhalte der Spermatothoren entnommen.

Fig. 25 zeigt ein frisches Spermatozom. Der Kopf besitzt die Gestalt eines cylindrischen Stäbchens. Das vordere, sich ein wenig verschmälernde Ende desselben trägt ein kleines knopfförmiges, kugliges Spitzenstück, das sich mit Anilinfarben nur schwach färbt und die Färbung auch bald wieder verliert (Fig. 25, 26, 27, 28, *Sst*). Das hintere Kopfende ist schräg abgeschnitten, so dass die eine Kante etwas vorspringt.

<sup>1)</sup> Diese Bezeichnung hat meiner Ansicht nach keine Berechtigung mehr, da es sich hier, wie ich an *Bufo* und *Clythra* nachgewiesen habe, bei welchen „doppelschwänzige“ Spermatozoen beschrieben wurden, stets um eine Längsteilung einer ursprünglich einfachen Geissel handelt.

<sup>2)</sup> Pictet, *Recherches sur la spermatogénèse chez quelques Invertébrés de la Méditerranée*. Mitteilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel. Bd. X. Heft 1.

Die Geißel besteht aus einem kurzen Verbindungsstück und einem ziemlich langen, dünnen Hauptstück; ein Endstück fehlt.

Das Verbindungsstück (Fig. 25—29, V) ist sehr eigenartig geformt, wie schon Pictet gesehen hat. Es besitzt im wesentlichen die Gestalt eines kurzen, nach hinten hin spitz zulaufenden und widerhakenartig frei endigenden Stäbchens (Fig. 25—29), welches mit seiner Hauptmasse *neben* der Geißel liegt, und zwar an der Seite, nach welcher die hintere Kopfkante vorspringt. Der obere Teil des Stäbchens ist verdickt und umgibt mit einer kurzen, mantelartigen Fortsetzung den benachbarten Teil der Geißel. Man sieht dies am besten, wenn man zu dem in 3 procentiger Kochsalzlösung eingeschlossenen Material Gentianaviolett hinzusetzt. Der obere Teil des Verbindungsstückes färbt sich dabei intensiv, während der Widerhaken nur blassviolett wird (Fig. 27). Bleiben die Präparate einige Zeit in Kochsalzlösung, so wird das Verbindungsstück bis auf das neben der Geißel angeheftete Stäbchen reduciert, dessen oberer Teil als intensiv gefärbte Masse sehr deutlich hervortritt (Fig. 28, 29, V). Löst sich der Kopf von dem Schwanzfaden ab (Fig. 29), so sieht man, dass der Axenfaden das dunkle Verbindungsstück mit einem kurzen Stiftchen überragt; nicht selten ist dieses helle Stiftchen aber abgebrochen. In gleicher Höhe mit dem dunklen Verbindungsstück (Fig. 29), bisweilen auch ein wenig höher (Fig. 28), nimmt man an dem Axenfaden einen intensiv tingiblen dunklen Punkt wahr; ob dies der Endknopf der Geißel oder ein Rest der mantelartigen Umhüllung des Verbindungsstückes ist, lasse ich dahingestellt. Das Stiftchen dient jedenfalls dazu, den Axenfaden und damit die ganze Geißel in der oberen Ecke der schräg abgeschnittenen hinteren Kopffläche zu befestigen. Ich sehe nämlich in allen diesen tingierten Präparaten, auch in den zuvor mit Osmiumsäuredämpfen fixierten und sodann mit Gentianaviolett gefärbten Deckglas-Trockenpräparaten den Kopf durch eine schmale schräge Linie von dem Verbindungsstück getrennt.

Durch Maceration der frischen Samenkörper in 3 procentiger Chlornatriumlösung unter dem Deckglase während 24 Stunden, mit nachträglicher Färbung, gelingt es leicht, den Axenfaden der Geißel zu isolieren und oft in ganzer Ausdehnung in ein Bündel parallel neben

einander liegender Elementarfibrillen zu zerfallen (Fig. 31 und 32). Bisweilen lösen sich von dem isolierten Axenfaden auch nur vereinzelte Fibrillen ab, wie es bei anderen Tieren ja auch oft beobachtet wird (Fig. 30). Der Axenfaden und damit auch die Fibrillen durchsetzen den Abschnitt des Verbindungsstückes, welches letzteres in diesen Macerationen zur Auflösung kommt. Das Vorkommen eines Endknopfes an den isolierten Axenfäden habe ich weder notiert, noch finde ich denselben in meinen Skizzen angegeben (Fig. 30—32).

Die Spermatozooten von *Sepia officinalis* sind kürzlich von Pictet<sup>1)</sup> in seinen interessanten und wertvollen Studien über die Spermatogenese einiger Wirbelloser des Mittelmeeres genauer beschrieben worden. Pictet sagt hierüber (l. c. p. 127):

„Parvenu à sa maturité, chaque spermatozoïde renferme les parties suivantes, que je vais énumérer d'avant en arrière:

1. la coiffe céphalique, formée par une gouttelette de caryoplasma hyalin, et entourée de la mince membrane nucléaire. Nous avons vu qu'elle a pris naissance par retrait de la nucléine dans la partie médiane du noyau. Elle reste incolore sous l'action des réactifs, et il faut un grossissement assez fort, pour la voir nettement. Cette première partie est suivie immédiatement par:

2. la tête proprement dite du spermatozoïde. Celle-ci est la partie la plus importante, et renferme, comme nous l'avons vu, la portion chromatique, ou nucléine de la cellule séminale. Elle affecte la forme d'un bâtonnet cylindrique de 8—9  $\mu$  de long, sur 2  $\mu$  de large environ; elle est un peu plus large à la partie postérieure qu'à la partie antérieure. Elle est entourée, de même que la coiffe céphalique, par la membrane nucléaire, qui est très fine, et qu'on ne peut apercevoir qu'en soumettant les spermatozoïdes à l'action d'un dissolvant de la nucléine.

3. le segment moyen, provenant du plasma nucléaire, et formé premièrement d'une portion transparente en contact immédiat avec la tête, et en second lieu du segment moyen proprement dit, formé de deux trabécules dont l'un s'est constitué en un petit piquant long de

<sup>1)</sup> Pictet, Recherches sur la spermatogénèse chez quelques Invertébrés de la Méditerranée. Mitteilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel. Bd. X. Heft 1.

5  $\mu$ , ou queue rudimentaire, tandis que l'autre sert de trait d'union entre la tête et le filament caudal.

4. la queue du spermatozoïde. Cette dernière est filiforme, très mince et d'une longueur de 100  $\mu$  environ. Elle est légèrement élargie à son point d'attache avec le segment moyen, et il est difficile de déterminer exactement le point où commence l'une et où finit l'autre."

Die Schilderung, welche Pictet von der Gestalt des Kopfes und seines Spitzenstückes entwirft, deckt sich vollkommen mit der meinigen; in betreff des Verbindungsstückes muss ich jedoch Aussetzungen machen. Pictet scheint nach seiner Beschreibung das Verbindungsstück als einen discreten Abschnitt aufzufassen, welcher zwischen Kopf und Geissel eingeschaltet ist, ohne dass der Axenfaden der Geissel, welchen Pictet übrigens nicht erwähnt, in das Verbindungsstück eindringt. Wie ich oben aus einander gesetzt habe, ist diese Auffassung aber nicht richtig, da der Axenfaden das Verbindungsstück auf der einen Seite durchsetzt. Auch deute ich das rückwärts gebogene, frei endigende Stäbchen als Widerhaken und nicht, wie Pictet will, als „queue rudimentaire“. Auch habe ich an den Zeichnungen Fig. 123—126 auf Taf. X auszusetzen, dass der Widerhaken so gezeichnet ist, als entspränge er, getrennt von dem übrigen Teil, direct von dem Kopfe.

Eine doppelte Spermatozoenform, wie sie von Sabatier<sup>1)</sup> bei *Eledone* beschrieben ist, hat Pictet bei *Sepia* eben so wenig wie ich auf finden können.

Von *Gastropoden* fand ich auf Helgoland Gelegenheit, *Patella pellucida* L. und *Littorina rudis* Mont. näher zu untersuchen.

Die Spermatosomen von *Patella pellucida* (Fig. 13—16 auf Taf. XII) sind recht klein und bestehen aus Kopf und Geissel. Untersucht man den Kopf nach Fixierung mit Osmiumsäuredämpfen in Wasser oder in Glycerin, so sieht man, dass sich an dem länglich ovalen, eichelartigen Gebilde ein dunklerer hinterer Teil deutlich abhebt, welcher dem vorderen grösseren Teile wie ein Kelch ansitzt. An den in Glycerin aufbewahrten Dauerpräparaten (Fig. 14) sehe ich bei mittlerer Ein-

---

<sup>1)</sup> Sabatier, Sur les formes des spermatozoïdes de l'*Eledone* musquée. Compt. Rend. 1888. Tome CVI. p. 954—956.



stellung in diesem hinteren Abschnitte eine helle feine Längslinie. Auch an dem vorderen Ende des Kopfes findet sich eine etwas vorspringende dunkle, punktförmige Stelle. Sehr viel deutlicher werden diese Abschnitte, wenn man durch Osmiumsäuredämpfe fixiertes Material mit Gentianaviolett färbt und einige Tage in gefärbtem Zustande in Wasser unter dem Deckglase liegen lässt (Fig. 13). Die Spitze und der hintere Abschnitt bleiben dann intensiv gefärbt, während der ursprünglich gleichfalls intensiv gefärbte, grössere mittlere Abschnitt den Farbstoff wieder abgegeben hat und ganz farblos erscheint.

Genau dieselbe Färbung zeigen auch noch die seit einigen Jahren aufbewahrten Deckglas-Trockenpräparate, welche von durch Osmiumsäuredämpfe fixiertem und dann mit Gentianaviolett tingierten Material angefertigt wurden. In der vorderen Spitze handelt es sich wohl um ein sehr kleines Spitzenstück (Fig. 13, 14, *Sst*), während der hintere Kelch (*V*) wohl ein Verbindungsstück ist und von dem Axenfaden durchsetzt wird.

Genau die entgegengesetzte Farbenreaction zeigen mir in gleich behandelten und gleich lange aufbewahrten Deckglas-Trockenpräparaten die Spermatozoenköpfe einer Anodonta (Fig. 23 und 24). Auch hier ist ein kleiner hinterer, kelchartiger Abschnitt vorhanden, der sich aber vollständig entfärbt hat, während der vordere grössere Kopfteil noch lebhaft tingiert ist; ein Spitzenstück wurde hier nicht gesehen. Ob der Axenfaden, wie es bisweilen scheinen will, den hellen Kelch durchsetzt, lässt sich an den Trockenpräparaten mit Sicherheit nicht mehr entscheiden; meist findet sich dort, wo der Geisselfaden herantritt, am hinteren Rande ein intensiv gefärbter Punkt (Fig. 24). Leider konnte ich keine anderen acephalen Mollusken untersuchen.

Die Geissel lässt bei Patella nach Fixierung mit Osmium und Färbung mit Gentiana ein sehr scharf abgesetztes Endstück erkennen (Fig. 13, *E*). Lässt man die Samenfäden wenige Stunden unter dem Deckglase in 3 procentiger Kochsalzlösung macerieren, so löst sich der dünne Protoplasmamantel am Hauptstück (*H*) der Geissel auf und der isolierte Axenfaden zerlegt sich in seine Fibrillen (Fig. 15 und 16). An dem isolierten Axenfaden kommt häufig ein Endknöpfchen zur Beobachtung (Fig. 15 und 16, *Ek*).

Ganz anders gestaltet sind die Samenkörper von *Littorina rudis* (Fig. 17—22 auf Taf. XII). Untersucht man dieselben frisch oder nach intensiver Färbung mit Gentianaviolett, so erscheinen sie als kurze, ziemlich derbe Fäden ohne weitere Gliederung (Fig. 17). Wendet man aber nur schwache Färbung an, oder lässt die intensiv gefärbten Präparate einige Tage unter dem Deckglase in Wasser liegen, so tritt eine Differenzierung zunächst in zwei und dann in drei Teile hervor. Zuerst entfärbt sich am vorderen Ende eine ziemlich lange Spitze (Fig. 18), sodann verblasst die hintere Hälfte des Körpers, so dass nur noch ein längerer Abschnitt hinter der hellen Spitze intensiv gefärbt bleibt. Auch die von mir aufbewahrten tingierten Deckglas-Trockenpräparate zeigen diese drei Teile (Fig. 19). Ein eigentliches Endstück ist am hinteren Ende nicht nachweisbar, wohl aber isoliert sich hier in den Macerationen bisweilen der Axenfaden. Macerationen unter dem Deckglas in 3 procentiger Kochsalzlösung geben nun einigen Aufschluss über die Bedeutung dieser Teile, wenn ich mich auch noch nicht mit Bestimmtheit darüber aussprechen will. Der Teil des Samenkörpers, welcher die Färbung am längsten zurückhält, quillt nämlich in Kochsalz auf und geht schliesslich in Lösung, wie es die Spermatozoenköpfe bei vielen Tieren zu thun pflegen; weniger wird die Spitze alteriert. Ich glaube daher, dass wir in dem mittleren Abschnitt den Spermatozoonkopf vor uns haben <sup>1)</sup>. Jedenfalls ist der hintere Abschnitt des Samenfadens die Geissel, der ein Verbindungsstück mithin fehlen würde. An der Geissel isoliert sich in den Macerationen nun oft durch Auflösung des Protoplasmamantels ein feiner Axenfaden, besonders häufig am hinteren Ende. Hier habe ich nun nicht selten einen fibrillären Zerfall gesehen (Fig. 20, 21, 22), ebenso an Bruchstücken; immerhin muss man in den Macerationen doch schon recht genau suchen, um den bei diesen Spermatozoen ziemlich schwer eintretenden Zerfall festzustellen.

Von anderen Gastropoden konnte ich unter den Pulmonaten nur *Helix pomatia* L. und unter den Opisthobranchiaten *Aplysia depilans* Gm., *Pleurobranchaea Meckelii* Leue und *Doris tuberculata* berücksichtigen.

---

<sup>1)</sup> Leider wurde die Färbung mit kerntingierenden Reagentien verabsäumt.

Die Resultate, welche ich bei *Helix* erhielt, stehen mit den von Platner<sup>1)</sup> mitgeteilten Befunden im Einklang. Den Samenkörpern der Pulmonaten scheinen die der Opisthobranchiaten der Structur nach zu gleichen; ein nicht contractiler Spiralsaum ist sehr deutlich (Fig. 33 und 34). In Präparaten von *Doris tuberculata*, welche mehrere Tage lang in 3procentiger Kochsalzlösung unter dem Deckglase in mit Gentianaviolett gefärbtem Zustande gelegen hatten, trat ein kurzes, intensiv gefärbtes Spitzenstück (*Sst*) an dem etwas gequollenen, farblos gewordenen Kopfe hervor. Sehr schön erkannte man in diesen Präparaten auch, dass der Axenfaden mit einem kurzen Stiftchen in das hintere Ende des Kopfes eingefalzt ist. Die Spitze dieses Stiftchens ist, wie ein Endknöpfchen, verdickt. Dasselbe zeigten mit Osmiumsäure zuvor fixierte und sodann mit Gentianaviolett gefärbte Deckglas-Trockenpräparate, welche einige Jahre in Canadabalsam aufbewahrt waren (Fig. 33 und 34).

Es wollte mir aber seinerzeit noch nicht gelingen, eine fibrilläre Structur der Geissel an den Spermatozoonen dieser Mollusken zur Darstellung zu bringen; ich bin aber überzeugt, dass man eine solche durch eine entsprechende Macerations-Methode wird nachweisen können. Leider konnte ich nach dieser Richtung hin bei diesen Samenkörpern nur wenige, nicht entscheidende Versuche anstellen.

### Würmer.

Leider konnte ich aus dieser Tierklasse nur *Lumbricus terrester* L. untersuchen. Die Samenkörper dieses Wurmes (Fig. 35—42 auf Taf. XII) sind lebhaft bewegliche, schmale Fäden, an welchen man bei gewöhnlicher Untersuchung ohne Färbung am vorderen Ende nur einen nadelförmigen Kopf wahrnimmt. Bei Anwendung von Färbungen lässt sich aber auch hier eine weitere Structur nachweisen. Färbt man frisches, mit 0,75procentiger Kochsalzlösung diluirtes Sperma mit Gentianaviolett und lässt die Präparate mehrere Tage unter dem Deckglase liegen, so tritt an den ursprünglich gleichmässig intensiv gefärbten Fäden eine sehr deutliche Differenzierung ein (Fig. 35). Zunächst erkennt man am vorderen Ende eine blasse, feine Spitze, das Spitzen-

<sup>1)</sup> G. Platner, Die Structur und Bewegung der Samenfasern bei den einheimischen Lungenschnecken. Göttingen. 1885. Inaug.-Dissert.

stück (*Sst*), welche nach hinten hin durch einen intensiv gefärbten Grenzpunkt (Fig. 35 *p*) sehr scharf abgegrenzt wird. Dies erinnert an die ganz ähnlich scharfe Abgrenzung des Spitzenstückes durch ein punktförmiges Gebilde, wie ich es bei den Insecten beschrieben habe (l. c.). Hinter dem Punkte liegt nun der schmale, längliche, eigentliche Kopf des Samenkörpers, der in diesen Präparaten die Farbe vollständig verloren hat. An das hintere Ende stösst unmittelbar ohne sichtbare Grenze ein kurzes, intensiv gefärbtes, cylindrisches Stück, das die gleiche Dicke wie der Kopf besitzt (*V*). Dieses Stück ist wohl das Verbindungsstück, da es sich gewöhnlich im Zusammenhang mit der Geissel vom Kopfe ablöst (Fig. 42, *V*). Eine ähnliche Differenzierung der Färbung tritt übrigens auch ein, wenn man zuvor durch Osmiumsäuredämpfe fixierte Samenfäden nur schwach mit Gentianaviolett färbt (Fig. 36); nur nimmt hier das Spitzenstück (*Sst*) eine intensivere Färbung an, so dass der Grenzpunkt nicht so deutlich ist. In Deckglas-Trockenpräparaten, die von durch Osmiumsäuredämpfe fixiertem und sodann mit Gentianaviolett gefärbten Materiale hergestellt und längere Zeit in Canadabalsam aufbewahrt wurden, verhält sich die Färbung der einzelnen Stücke anders (Fig. 37 und 38). Das Verbindungsstück (*V*) ist hier farblos geworden, während der ganze Kopf anfangs intensiv dunkelviolett aussieht (Fig. 37); erst später tritt dann eine Entfärbung des Spitzenstückes ein. Der hinter dem Verbindungsstück gelegene Teil der Geissel ist ein langer, feiner Faden, der sich in seinem hinteren Ende zu einer feinen Spitze verjüngt; indessen habe ich das Vorkommen eines deutlich abgesetzten, eigentlichen Endstückes nicht notiert. Trotzdem tritt am Ende der Geissel in Kochsalzmacerationen häufig eine Teilung in 2—3 feine Fädchen auf (Fig. 35 und 40). Auch der obere Teil der Geissel zerfällt in den Macerationen häufig in Fibrillen (Fig. 39, 41 und 42), nachdem der dünne Protoplasmamantel aufgelöst ist. Von dem letzteren erhalten sich oft noch auf Strecken Abschnitte, zwischen welchen dann der feine Axenfaden freiliegt (Fig. 40). In Fig. 42 hat sich die Geissel mit ihrem Verbindungsstück (*V*) vom Kopfe abgelöst und in 2 Fäden zum grössten Teil zerlegt, von denen der eine wieder einen weiteren Zerfall zeigt. Auch an den Bruchenden der Bruchstücke ist eine Teilung des Axenfadens in Gestalt

einer Gabelung oft zu bemerken. Die contractile Geissel ist also auch bei den Würmern fibrillär. Dass der Axenfaden mit seinen Fibrillen auch das Verbindungsstück durchsetzt, ist wohl anzunehmen, obwohl ich es in den Präparaten nicht gesehen habe. Auch vermisste ich in meinen Notizen einen Vermerk über das Vorkommen eines Endknöpfchens der Geissel.

Gelegentlich der Schilderung der Spermatogenese von *Lumbricus* hat Bloomfield<sup>1)</sup> die Spermatozoen des Regenwurmes abgebildet. Die ausgereiften Samenkörper werden als einfache Fäden dargestellt, an welchen ein Kopfteil nur durch seine grössere Dicke von dem Schwanzteil unterschieden werden kann. Nur an den noch nicht völlig ausgebildeten Elementen konnte Bloomfield noch einen dritten Abschnitt (entsprechend dem von mir nachgewiesenen Verbindungsstück) erkennen ("neck" der Figuren).

Weiter ist O. S. Jensen<sup>2)</sup> gekommen, welcher an den Samenelementen von *Lumbricus* das Spitzenstück und Verbindungsstück bereits deutlich unterschieden hat; bei Färbung mit Alauncarmin tingiert sich nur der eigentliche Kopf, nicht aber das Spitzenstück und Verbindungsstück (vergl. Fig. 3 auf Taf. II der Jensen'schen Arbeit). Nach diesem Forscher gleichen die ausgebildeten Spermatozoen von *Lumbricus* einem bestimmten Entwicklungsstadium der Samenelemente von *Clitellio arenarius* O. Fr. Müller. Leider konnte ich die überaus interessante Spermatozoenform von *Clitellio* nicht untersuchen. Verglichen mit der Spermatogenese dieses Wurmes, muss es zweifelhaft erscheinen, dass es sich in dem von mir als „Verbindungsstück“ bezeichneten Abschnitt von *Lumbricus* wirklich um ein Verbindungsstück handelt.

### Echinodermen.

Die lebhaft beweglichen Samenkörper der von mir berücksichtigten Echinodermen (*Crossaster papposus* M. et Tr., *Ophiothrix fragilis* Düb. et Kor., *Cucumaria Planci* v. Marenz) sind sehr klein; hierdurch, sowie

---

<sup>1)</sup> Bloomfield, On the Developpement of the Spermatozoa. Part. I. *Lumbricus*. Quarterly Journal of Microscopical Science. 1880. Vol. XX. N. S.

<sup>2)</sup> O. S. Jensen, Recherches sur la Spermatogénèse. La Spermatogénèse chez *Clitellio arenarius* O. Fr. Müller. Archives de Biologie. 1883. Tome IV.

durch die Form ihres Kopfes und die Art ihrer Bewegung erinnern sie etwas an die Spermatozoen der Knochenfische. Trotzdem ist es mir auch hier geglückt, sowohl an der Geissel, wie ganz besonders am Kopfe eine compliciertere Zusammensetzung nachzuweisen, die mit Rücksicht darauf, dass bei diesen Tieren das Eindringen der Samenkörper in das Ei und ihr Schicksal in dem letzteren des öfteren genau verfolgt ist, besonderes Interesse beanspruchen dürfte (Fig. 62—102 auf Taf. XIII).

Am eingehendsten konnte ich auf Helgoland die Spermatozoen von *Crossaster papposus* untersuchen.

Die den Hodenschläuchen entnommenen Elemente dieses Seesternes bestehen aus einem rundlichen kleinen Kopf und einer mässig langen Geissel; dem hinteren Teile des Kopfes sitzt ein kelchartiges Verbindungsstück dicht an. Untersucht man frisches Sperma in 3procentiger Chlornatrium-Lösung, so zeigen die Samenkörper lebhafteste Contractilität; sie schiessen vermittels sehr schnell auf einander folgender, schlagender Bewegungen ihrer Geissel blitzschnell durch das Gesichtsfeld. Betrachtet man soeben abgestorbene Elemente in der Zusatzflüssigkeit mit guten Trockensystemen, so erkennt man an dem vorderen Teil des kleinen Kopfes bei Profilansicht einen kleinen Eindruck, der Kopf erscheint hier wie leicht ausgeschnitten (Fig. 62). Richten sich die Köpfe mit dem vorderen Teile nach oben hin gegen den Beobachter zu, so wird an derselben Stelle eine kleine, kreisrunde, scharf umgrenzte, helle Stelle sichtbar, die fast aussieht wie eine kleine Oeffnung, ein Mikroporus (Fig. 63, 64). Das kelch- oder auch schalenartig gestaltete Verbindungsstück ist ein wenig dunkler als der Kopf und sehr deutlich abgegrenzt. Gewöhnlich sitzt es der Hinterfläche des Kopfes dicht an, so dass der Geisselfaden aus der Mitte der hinteren Fläche des Verbindungsstückes hervorkommt. Nicht selten habe ich in den frischen Präparaten aber auch gesehen, dass das Verbindungsstück in Gestalt eines mehr kugeligen oder etwas unregelmässig geformten Körpers neben der Geissel dem Kopfe anhaftete (Fig. 65). Diese Einzelheiten und hier und da auch schon etwas mehr zeigten mir bereits auf Helgoland Präparate, welche vermittels Osmiumsäuredämpfe fixiert, sodann mit Genticianviolett gefärbt und einige Tage unter dem

Deckglase aufbewahrt waren. Anfangs färbt sich der ganze Kopf mit Anilinfarben intensiv, besonders aber auch das Verbindungsstück. Sehr bald blasst aber der grösste Teil des Kopfes ab und wird ganz farblos bis auf einen eigentümlichen, intensiv gefärbten, ringförmigen Körper, der dunkelviolettfärbt bleibt (Fig. 66—68) und der vorderen Delle der Lage nach entspricht. Diese Farbendifferenzierung war an jedem Spermatozoenkopf deutlich. An vielen Köpfen sah ich dann ferner noch einen intensiv tingierten kleinen Punkt zwischen dem auch dunkelviolettfärbenden Verbindungsstück und dem Ringkörper (Fig. 66—68). Dieser Punkt schien eine etwas verschiedene Lage zu haben; bisweilen war er mehr dem Ringkörper (Fig. 67), bisweilen dem Verbindungsstück genähert (Fig. 68), mit dem letzteren dann und wann durch eine feine Linie verbunden (Fig. 68). Hier und da schien es auch, als würden Ringkörper und Verbindungsstück durch einen schmalen Strich mit einander in Verbindung gesetzt.

In durch Osmiumdämpfe fixierten und sodann mit Alauncarmin gefärbten Deckglas-Trockenpräparaten tingiert sich der Kopf bis auf die kreisrunde, kaum gefärbte Stelle am vorderen Eindruck. Das Verbindungsstück färbt sich nicht; es erweist sich hierdurch als zu der Geissel gehörig.

Die besten Resultate ergaben mir Präparate, welche ich in der angegebenen Weise (Fixierung durch Osmiumsäuredämpfe, Färbung mit Gentianaviolett) auf Helgoland von ganz frischem Material angefertigt und unter dem Deckglase, durch einen Wachs- und Lackring hermetisch eingeschlossen, feucht (in Wasser) aufbewahrt hatte. Einige von diesen Präparaten hatten sich noch nach 2—3 Jahren gut gehalten und zeigten ausserordentlich deutlich weitere Strukturen im Kopf und Verbindungsstück. Es war dieselbe Differenzierung der Färbung, wie sie oben geschildert wurde, eingetreten, zugleich waren die kleinen Köpfe aber beträchtlich gequollen, so dass alles viel deutlicher gesehen werden konnte (Fig. 75—89).

Der grösste Teil des Kopfes war vollständig farblos geworden und zeigte eine sehr zarte, aber bestimmte Begrenzung. Der vorderen Delle entsprechend, trat nun der Ringkörper, intensiv dunkelviolettfärbt, sehr deutlich hervor; seine Begrenzung war sehr scharf. Bei

Profilsansicht des Kopfes (Fig. 75, 76, 77, 79, 81, 83, 86) ist der vordere Rand des Körpers, entsprechend der Delle des Kopfes, etwas concav, der hintere Rand dagegen gerade oder sehr wenig nach hinten hin convex. Die kurzen Seitenränder fallen nach hinten und aussen ab. Die Kanten treten scharf hervor. Nur mit den oberen Kanten, nicht mit den Seitenflächen des Ringkörpers setzt sich die Begrenzung des Kopfes in Verbindung. Der Ringkörper liegt also in der Substanz des Kopfes und hängt nur vorne mit der Membran des Kopfes zusammen, falls überhaupt eine solche vorhanden ist. Stellt sich der Kopf mehr vertical, so geht der Körper in eine ringförmige, kreisrunde Form über, die in der Mitte eine helle, kreisrunde, nicht scharf begrenzte, kaum gefärbte oder auch ganz helle Stelle zeigt (Fig. 78, 80, 82, 84, 85). Am deutlichsten wird dies, wenn der Kopf direct nach oben sieht (Fig. 87). Die Breite des Körpers scheint etwas zu variieren, was sich vielleicht durch die Quellung des Kopfes erklärt. Nicht selten beobachtete ich in den Präparaten, dass nach Auflösung des Kopfes der Ringkörper sich völlig isolierte (Fig. 88, Ansicht von oben; Fig. 89, Ansicht von der Kante), ein Beweis, dass derselbe einen besonderen, von der übrigen Substanz des Kopfes wesentlich verschiedenen Körper bildet. Nach dem ganzen Aussehen der hellen Stelle im Ringkörper muss ich nun wohl annehmen, dass hier in der That eine Oeffnung, ein kurzer Kanal besteht, welcher von aussen in das Innere des Kopfes führt. Wir hätten es also mit einem wirklichen „Mikroporus“ zu thun, den ich bei anderen Spermatozoen sonst nicht habe nachweisen können. Ich will indessen die Möglichkeit noch offen lassen, dass dieser Kanal im Ringkörper an den frischen intacten Spermatozoen noch von einer besonderen differenten Substanz ausgefüllt sein kann.

Mit diesem Mikroporuskörper steht nun noch ein anderer, etwa halbkugeligter Körper im Zusammenhange, der bis gegen die Mitte des Kopfes vorragt und im Innern desselben gelegen ist. Seine zarte Begrenzung ist meist recht deutlich, besonders hinten. Man sieht ihn bei Profilsansicht des Kopfes (Fig. 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 86) als schwach, aber deutlich gefärbten Halbmond, aber nicht in allen Köpfen; wahrscheinlich ist er dann schon in Quellung gegangen. Bei Schrägstellung des Kopfes und bei Ansicht von oben ist er nicht zu sehen,



weil er von dem Ringkörper verdeckt wird (Fig. 82, 84, 87). An isolierten Ringkörpern ist er bisweilen noch erhalten (Fig. 89), oft aber auch schon verschwunden.

Auch das Verbindungsstück liess, wenn ich von dem centralen Punkte vorläufig noch absehe, eine Differenzierung erkennen. Dasselbe war meist noch in engster Verbindung mit dem hellen Kopf, so dass sich die Randbegrenzung desselben auf das Verbindungsstück fortsetzte. Seine Färbung war häufig eine gleichmässige und ziemlich intensive (Fig. 78, 81, 83); sehr oft aber trat der hintere Rand intensiver gefärbt hervor, während der vordere Teil gleichmässig blass tingiert als besonderer Abschnitt erschien. Dieser letztere ragt bei mittlerer Einstellung des Kopfes etwas convex in das Kopfinnere vor, eine Erscheinung, die wohl nicht auf Rechnung einer schalenartigen Beschaffenheit des Verbindungsstückes gesetzt werden kann (Fig. 75, 76, 77, 79, 80, 82, 84). Häufig löst sich der Verband zwischen Kopf und Verbindungsstück, so dass die Ränder des letzteren die des Kopfes etwas überragen (Fig. 77, 83) oder sich überhaupt vom Kopfe ablösen (Fig. 82, 84). Nicht selten traf ich Köpfe, an denen sich das Verbindungsstück ganz abgetrennt hatte (Fig. 85, das abgelöste Verbindungsstück liegt noch in der Nähe des Kopfes; Fig. 86); der etwas derangierte Kopf zeigte dann einen hinteren Eindruck. Die Geissel war in diesen Präparaten nur noch selten im Zusammenhange mit dem Kopfe (Fig. 81), meist war sie abgebrochen und schon zerfallen. Da die Verbindungsstücke in diesen Präparaten intensiv gefärbt waren, konnte ich den Axenfaden in denselben nicht erkennen. Ich hatte aber auf Helgoland bisweilen in der Mitte des Verbindungsstückes eine etwas hellere Stelle gesehen; es ist mir nicht zweifelhaft, dass der Axenfaden das Verbindungsstück durchsetzt.

Von diesen beschriebenen Structuren ist an dem ungefärbten, in Glycerin aufbewahrten, fixierten Object nur wenig wahrzunehmen (Fig. 90 und 91). Man sieht am Kopfe vorne die Delle und, bei mittlerer Einstellung, den optischen Durchschnitt des Ringkörpers in Gestalt zweier dunkler, kurzer, stark lichtbrechender Streifen. Das Verbindungsstück erscheint als stark lichtbrechender Saum am hinteren Kopfrande. Von dem übrigen sind nur bei gutem Lichte Andeutungen wahrzunehmen (Fig. 91).

Schliesslich muss noch die Lage und Bedeutung des centralen Punktes besprochen werden, der in den Präparaten meist sehr deutlich war. Derselbe befand sich entweder zwischen dem halbkugeligen Körper und Verbindungsstück (Fig. 75, 80, 81, 83) oder er lag der Mitte der vorderen Fläche des letzteren an (Fig. 76, 79, 82), oder der Hinterfläche des halbkugeligen Körpers (Fig. 78). Löste sich das Verbindungsstück vom Kopfe ab, so blieb der Punkt im Kopfe haften, ein Beweis, dass derselbe wohl der Substanz des Kopfes eingelagert ist. Die Verschiedenheiten der Lage des Punktes mögen sich wohl durch die Quellung des Kopfes erklären.

Ich glaube nun, dass dieser Punkt das Endknöpfchen des Axenfadens der Geissel ist, welches mithin in die Substanz des Kopfes eingelassen wäre. Allerdings habe ich in diesen Präparaten den Zusammenhang nicht sehen können. Wohl aber schien es mir in längere Zeit aufbewahrten, tingierten Deckglas-Trockenpräparaten, in welchen der Kopf noch intensiv gefärbt, das Verbindungsstück aber ganz farblos geworden war, als ob der feine Axenfaden durch das helle Verbindungsstück hindurchginge, um bisweilen in einem gleichen, intensiv gefärbten Punkte zu endigen (Fig. 73 und 74). Jedenfalls habe ich an isolierten Geisseln in Macerationspräparaten, in denen die Köpfe zur Auflösung gekommen waren, sehr häufig am oberen Ende ein Endknöpfchen wahrgenommen von derselben Grösse und demselben Aussehen, wie der Punkt in den gequollenen Köpfen.

Auch die Untersuchung der Geissel hat mir bei *Crossaster* eine feinere Zusammensetzung ergeben. Färbt man die fixierten Samenkörper mit Gentianaviolett und untersucht sie in Wasser, so sieht man mit Immersion, dass die feine Geissel am hinteren Ende ein meist kurzes, sehr deutlich abgesetztes Endstück aufweist, welches an den meisten Samenkörpern nachweisbar war (Fig. 92, *E*). Merkwürdigerweise zeigte dasselbe verschiedene Länge und war häufig unregelmässig hin und her gebogen (Fig. 100—102' *E*). Das Hauptstück der Geissel (Fig. 92, *H*) ist in ganzer Ausdehnung von gleicher Dicke. Wurden die frischen Elemente nun 3—6 Stunden unter dem Deckglase in 3procentiger Kochsalzlösung maceriert, so kam nach Auflösung eines dünnen Protoplasmanantels ein sehr feiner Axenfaden zum Vorschein,

der sich in 2—3 feine Fäden zerlegte (Fig. 96, 97, 98, 99). In Fig. 99 ist noch das Endstück *E* als solches sichtbar. Ich habe diese Teilung mehrmals auf das bestimmteste festgestellt, immerhin ist es bei der Feinheit dieser Gebilde nicht so leicht, hier den Nachweis zu liefern, zumal der Zerfall etwas schwer eintritt; ich habe wenigstens auf Helgoland lange darnach suchen müssen.

Dieselben Verhältnisse scheinen bei *Ophiothrix* und *Cucumaria* vorzuliegen, wie mich die, wenn auch nicht so eingehende, Untersuchung der Elemente dieser Echinodermen annehmen lässt.

Fig. 93 stellt ein Spermatozoon von *Ophiothrix* dar. Ringkörper, Verbindungsstück, Hauptstück und Endstück sind sehr deutlich zu erkennen. Der Mikroporuskörper ragt hier bisweilen, analog einem Spitzenstück, etwas vor. Aehnliches wurde bei *Cucumaria* beobachtet (Fig. 95). Ich lasse es dahin gestellt, ob der Ringkörper, wie man wohl annehmen möchte, dem Spitzenstück der anderen Spermatosomen entspricht. Ganz instructive Bilder gaben auch in mit Gentianaviolett gefärbten Deckglas-Trockenpräparaten von *Cucumaria* solche Spermatozoenköpfe, welche etwas gequollen waren. Hier trat oft ein runder, dunkler Körper sehr deutlich hervor (Fig. 69—72), ohne Zweifel der von mir beschriebene Ringkörper. Bisweilen erschien hier im Innern dieses Körpers ein dunklerer kleiner Punkt. Das Verbindungsstück verliert in diesen Deckglas-Trockenpräparaten die Färbung, so dass ich oft den Axenfaden im Verbindungsstücke erkennen konnte. Bisweilen liess sich derselbe bis zu einem dunkel gefärbten Endknopf verfolgen (Fig. 70). In Fig. 71 waren zwei Pünktchen im Verbindungsstück zu sehen; in Fig. 72 schien die Geissel in einem, am hinteren Rande des Verbindungsstückes befindlichen Pünktchen zu endigen. Ich will aber diesen letzten, an den Trockenpräparaten erhaltenen Befunden keine Bedeutung beilegen, da in denselben dort, wo Fäden in Körper eintreten, bisweilen punktartige Färbungen vorkommen, ohne dass solche Gebilde vorhanden sind. In Fig. 70 erschien eine Zusammensetzung des Verbindungsstückes aus 2 Abteilungen sichtbar.

Die Spermatozoen der Echinodermen, speciell von *Cucumaria frondosa* Günn., sind am eingehendsten und erfolgreichsten von O. S. Jensen<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> O. S. Jensen, Recherches sur la Spermatogénèse. La Spermatogénèse chez *Cucumaria frondosa* Günn. (Suite.) Archives de Biologie. 1883. Tome IV.

untersucht worden. Dieser ausgezeichnete Beobachter hat schon manches von dem gesehen, was ich oben des Näheren beschrieben habe; indessen kann ich mich nicht mit allem, was Jensen berichtet, einverstanden erklären.

Jensen unterscheidet an den reifen Spermatozoen der genannten Holothurie den Kern (Kopf), das Verbindungsstück ("tigelle") und den Schwanzfaden.

Zwischen Kopf und Verbindungsstück sah Jensen eine hellere Substanz, die jedenfalls dem von mir beschriebenen vorderen Abschnitte des Verbindungsstückes entspricht. L. c. pag. 674: „Indépendamment des parties du spermatozoïde que nous avons signalées, nous devons encore mentionner la masse transparente, située entre la tête et la tigelle. Elle semble n'être qu'une substance unissante et ne peut être considérée comme une partie propre du spermatozoïde. A l'état frais, elle est si transparente, qu'il est impossible de la distinguer. Je pense l'avoir observée cependant sur une préparation à l'acide osmique, traitée ensuite par la glycerine. La tigelle se montrait fortement recourbée dans beaucoup de spermatozoïde, était rempli par une masse très-pâle, qui sans doute est la même, que celle qui, à l'état frais, est transparente.“

Ferner erwähnt Jensen ein dunkles Pünktchen zwischen Verbindungsstück und Kopf, welches ohne Zweifel, wie ich nachgewiesen, das Endknöpfchen der Geissel ist. Jensen setzt es jedoch nicht mit der Geissel in Beziehung, erwähnt überhaupt nicht, dass die Geissel durch das Verbindungsstück (natürlich nur mit dem Axenfaden) hindurchgeht. Jensen erklärt vielmehr irrtümlich dieses Pünktchen (*a* in Fig. 19 auf Taf. XX seiner Abhandlung) für ein Fetttropfchen. L. c. pag. 672: „Les gouttelettes de graisse sont pendant ce temps devenues moins nombreuses, de sorte que maintenant, et même déjà à un stade plus reculé, il n'en existe plus qu'une seule. Cette gouttelette existe constamment dans tous les spermatozoïdes; elle est d'un rouge vif et très-réfringente“.

An dem Kopfe beschreibt Jensen sehr zutreffend die vordere Delle und den derselben entsprechenden hellen Fleck der frischen Samenkörper. Ohne Zweifel hat Jensen auch schon etwas von dem von mir

beschriebenen Ringkörper gesehen, denselben aber als solchen, ebenso wenig wie den Mikroporus, erkannt. Auf pag. 674 heisst es: „Quand il a été traité d'après la methode, que nous venons d'indiquer, le spermatozoïde présente un autre phénomène important. Au niveau de la dépression, la tête de tous les spermatozoïdes est recouverte d'une couche épaisse, très réfringente et à double contour. La tête est plus pâle qu'à l'état frais, d'où il résulte que cette couche réfringente ressort distinctement. Plusieurs fois j'ai vu cette couche; elle se montre d'une façon constante chaque fois qu'un réactif quelconque rend la tête plus pâle“. Es ist mir nicht zweifelhaft, dass diese „couche réfringente“ der optische Ausdruck meines Ringkörpers ist; Jensen scheint dieselbe aber noch, wie aus seinen weiteren Ausführungen hervorgeht, in engster Beziehung zur Kernmembran zu setzen und als eine Verdickung der letzteren im Bereich der vorderen Impression aufzufassen.

Hiermit steht jedenfalls auch eine Beobachtung im Zusammenhange, welche dieser Autor an mit Müllerscher Lösung behandelten Spermatozoen machte. L. c. pag. 675: „Je puis, à ce sujet, signaler une observation très intéressante, que j'ai faite. Par le durcissement des tubes testiculaires dans le liquide de Müller, les têtes de plusieurs spermatozoïdes complètement développés prennent un aspect particulier. Le contenu de la tête et la membrane nucléaire persistante se séparent l'un de l'autre. Le contenu se ratatine en une petite masse très réfringente, qui se colore très vivement dans l'hématoxyline ou le carmin de Grenacher; au contraire, la membrane nucleaire qui est également colorée, se dilate sous forme de vésicule, grâce à l'accumulation d'une substance claire, homogène autour du contenu ratatiné de la tête. Ce dernier n'est plus uni à la membrane, qu'en arrière. Avec la membrane nucléaire s'est aussi séparée la couche qui recouvre la dépression; les deux se continuent l'une dans l'autre. Cette couche ne se distingue de la membrane que par son épaisseur plus considérable et par sa plus grande réfringence; elle se colore très fortement dans l'hématoxyline. L'explication qui s'offre est que la couche est formée par la membrane nucléaire et par une partie du contenu du noyau, qui s'est condensé et appliqué contre la membrane.“ Die Abbildungen, welche Jensen von dieser Erscheinung in dem Holzschnitt auf pag. 676

des Textes und in Fig. 25 der Taf. XX giebt, erinnern auffallend an die Abbildungen meiner Figuren 69—72 auf Taf. II. Demnach wäre der dunkle Körper, den Jensen mit *a* bezeichnet, der Ringkörper und der Einschnitt die Ansatzstelle des Verbindungsstückes; was Jensen für das Vorderende des Kopfes hält, wäre mithin an diesen völlig isolierten Köpfen das Hinterende. Leider war es mir nicht möglich, mit Müller'scher Lösung behandeltes Material zu untersuchen, um diese Verhältnisse in ihrem Zusammenhange ganz klarzustellen.

Schliesslich erwähnt Jensen noch eine interessante Erscheinung, die bei Einwirkung bestimmter, eine Schrumpfung der Köpfe hervorruferender Reagentien am Spermatozoonkopfe eintritt, dass nämlich der Inhalt des Kopfes leicht und dann stets am vorderen Ende hervorquillt. L. c. pag. 677: „Le ratatinement peut facilement donner lieu à des erreurs; car sur les têtes ainsi ratatinées, il apparaît aussi dans la dépression une gouttelette de substance claire éliminée, qui ne se colore que très faiblement. Cette gouttelette se montre aussi dans l'alcool absolu, et dans d'autres liquides qui déterminent un ratatinement de l'élément. Que cette gouttelette ne soit exprimée qu'à cause du ratatinement, c'est ce qu'il est aisé de reconnaître sur les spermatozoïdes complètement développés. Chez ces derniers il n'existe jamais, à l'état frais, la moindre trace d'une substance quelconque dans la dépression de la tête; mais si l'on ajoute de l'acide acétique ou de l'alcool absolu, ce qui produit un ratatinement considérable de la tête, alors on trouve aussitôt une gouttelette de cette même substance claire et très faiblement colorée. . . . Si on laisse les spermatozoïdes mûrs pendant quelque temps dans l'acide acétique fort, la quantité de cette substance faiblement colorée devient toujours plus considérable à la partie antérieure déprimée de la tête, et en même temps la tête devient encore moins volumineuse“.

Jensen erklärt diese Erscheinung in sehr gezwungener und jedenfalls wohl nicht richtiger Weise dadurch, dass er annimmt, dass seine „couche réfringente“ sich vorne ablöst und dadurch dem Inhalte des Kopfes einen Austritt gestattet. L. c. pag. 677: „Il pourrait paraître étrange que la substance claire soit toujours éliminée au point déprimé, qui, comme nous l'avons vu, est recouvert d'une couche épaisse et dense.

Mais cette couche est probablement détachée. . . . La substance a évidemment une tendance à s'écouler par devant. Lorsque, par l'action subite des derniers réactifs, elle est violemment expulsée, elle exerce, en conséquence, une forte pression sur la couche réfringente. Il n'est donc pas étonnant que cette couche se détache. Elle est beaucoup plus résistante que le reste de la membrane nucléaire et cède d'autant moins“.

Dass diese gezwungene Erklärung Jensens nicht zutrifft, geht aus meiner Beschreibung des in der Gegend der vorderen Kopfdepression gelegenen Ringkörpers hervor. Sei es nun, dass hier in demselben eine wirkliche Oeffnung besteht, sei es, dass dieselbe noch von einer besonderen Substanz ausgefüllt ist, jedenfalls besteht in der Mitte des Ringkörpers eine weniger resistente Stelle, welche es erklärlich macht, dass bei Schrumpfung der Kopfinhalt nur hier vorne und zwar leicht ausgepresst wird.

Die Spermatozoen der Echiniden sind nach den Mitteilungen der Autoren und nach den jüngsten genaueren Untersuchungen Pictets (l. c. pag. 94, 95) wesentlich einfacher gebaut, als die der Seesterne und Holothurien. Nach dem letzteren Autor bestehen sie nur aus einem homogenen, nach vorne spitz auslaufenden, kegelförmigen Kopfe, einem an die Basis desselben angehefteten Verbindungsstück und der Geissel; Pictet erwähnt, dass die Geissel das Verbindungsstück durchsetzt. Leider konnte ich die Echiniden noch nicht untersuchen.

### Coelenteraten.

Zur Untersuchung kamen auf Helgoland *Aurelia aurita* Lam., *Cyanea* (spec. wahrscheinlich *capillata* Eschsch.) und *Tealia crassicornis* Gosse.

Die Samenkörper der beiden Medusen sind merkwürdig verschieden.

Bei *Aurelia* ist der Kopf kurz, cylindrisch und spitzt sich nach vorne hin allmählich kegelförmig zu (Fig. 50—52); seinem vorderen Ende sitzt eine feine, sehr deutliche, relativ lange Spitze auf, die bisweilen umgebogen ist: das Spitzenstück. An das hintere, quer abgeschnittene Kopfende schliesst sich ein fast kugeliger Körper an, der meist dieselbe Breite hat, wie der Kopf (Fig. 50), bisweilen aber auch

etwas breiter erscheint (Fig. 51). Bei Färbung des mit Osmium fixierten Präparates mit Anilinfarben tingiert sich dieses Stück nur schwach, während der Kopf mit Ausnahme der Spitze eine intensive Färbung annimmt (Fig. 50 und 51). Liegen die Präparate aber kurze Zeit in Kochsalzlösung und werden dann gefärbt, so ist das Tinctionsvermögen beider Abschnitte ein umgekehrtes (Fig. 52). Ohne Zweifel handelt es sich in dem hinteren Abschnitte um ein Verbindungsstück. Werden die Samenkörper unter dem Deckglase in 0,75 procentiger Kochsalzlösung kurze Zeit maceriert, so zerlegt sich der isolierte Axenfaden in Fibrillen (Fig. 52 und 53). An Geisseln, von welchen der Kopf abgefallen ist, erscheint dann ein sehr deutliches Endknöpfchen (Fig. 53, *Ek*).

Im Gegensatz hierzu sind die Spermatozoonköpfe von *Cyanea* (Fig. 43—49) lang und schärfen sich nach vorne nadelartig zu; ein Spitzenstück wurde nicht gesehen. Hinter dem Kopfe liegt ein kurzes, cylindrisches Stück, von gleicher Dicke wie der Kopf: das Verbindungsstück. Färbt man mit 5 procentiger Chlornatriumlösung diluiertes und durch Osmiumsäuredämpfe fixiertes Material mit Gentianaviolett und lässt es 24 Stunden unter dem Deckglase liegen, so wird der Kopf farblos, während das kurze, cylindrische Stück intensiv dunkelviolettschwarz erscheint (Fig. 43). Eine Einzelheit, deren Bedeutung mir nicht ganz klar geworden ist, zeigten mit Gentianaviolett gefärbte Deckglas-Trockenpräparate, welche längere Zeit in Canadabalsam gelegen hatten. Der oft etwas gequollene, nur noch schwach tingierte Kopf liess hinten ein ziemlich deutlich abgesetztes Stück, von derselben Länge wie das Verbindungsstück, erkennen, jedenfalls auch wohl das Verbindungsstück. Hinter demselben war überall an den Samenkörpern eine quere schmale, intensiv gefärbte Scheibe sehr deutlich (Fig. 44 und 45). Der hinter dieser Scheibe gelegene Teil der Geissel erschien bisweilen etwas verdickt (Fig. 44). Ich vermute, dass diese Querscheibe vielleicht ein sehr stark ausgebildetes Endknöpfchen des Axenfadens ist. Ich habe nicht entscheiden können, ob eine Fortsetzung des Axenfadens sich auch durch das Verbindungsstück erstreckt (vergl. die Spermatozoen der Urodelen). An isolierten Geisseln, an welchen oft ein grösseres Endkugelförmiges getroffen wurde, erstreckte sich allerdings bisweilen noch



ein feiner Faden eine ganz kurze Strecke über dasselbe hinaus (Fig. 46). Uebrigens scheint das Verbindungsstück nicht ganz ohne Structur zu sein. In mit Osmiumsäure fixierten und in verdünntem Glycerin aufbewahrten Dauerpräparaten wenigstens liess es eine undeutliche Querzeichnung erkennen. Der Axenfaden, dessen Protoplasamantel sich in 5procentiger Kochsalzlösung unter dem Deckglas in ganzer Ausdehnung oder auf Strecken (Fig. 47) leicht auflöste, zerfiel auch hier häufig fibrillär (Fig. 48, 49).

Eine höchst wichtige Spermatozoenform, welcher ich eine grosse Bedeutung für die Morphologie der Spermatozomen beilegen muss, fand ich bei *Tealia crassicornis*. Es scheint hier nämlich, dass sämtliche Gebilde, welche sich in dem Spermatocyt anlegen und bei den Samenkörpern der meisten anderen Tiere während der Spermatogenese unter mannigfachen Umwandlungen zu dem Samenkörper vereinigen, im Spermatozookopfe dieser Actinie von einander getrennt und im ursprünglichen Zustande erhalten bleiben, keine wesentlichen morphologischen Umwandlungen und keine Verschmelzung erleiden.

Untersucht man frisches, dem Hoden entnommenes Sperma, dessen Elemente sich unter lebhaftem Schlagen der Geissel vorwärts bewegen, bei schwacher Vergrösserung, so scheinen die Samenkörper aus einem kleinen, rundlichen Kopf und einem mässig langen, contractilen Geisselfaden zu bestehen; ein Verbindungsstück als solches fehlt. Die Untersuchung des Kopfes mit starken Vergrösserungen (Winkels homogene Immersion  $\frac{1}{24}$ ) ergibt nun im Kopfe sehr merkwürdige Einzelheiten. Zunächst sieht man einen matt glänzenden, birnförmig gestalteten, vielleicht ein wenig abgeplatteten grösseren Körper, dessen Spitze gewöhnlich etwas dunkler erscheint. Dieser Körper ist der eigentliche Kopf des Spermatozoms, das aus Chromatin bestehende Kernderivat, da nur er allein von sämtlichen Bestandteilen sich mit kernfärbenden Reagentien, z. B. Alauncarmin, ziemlich intensiv färbt. Die sehr kleine, punktförmige Spitze ist vielleicht einem Spitzenstück homolog. Neben dem hinteren Teile dieses birnförmigen Kernes befindet sich nun ein anderer kleiner Körper von mehr eiförmiger Gestalt, der stärker lichtbrechend ist und daher dunkler und sehr scharf begrenzt erscheint. Dieser Körper ist mit dem Kerne seitlich fest verbunden und zwar so.

dass seine beiden abgerundeten Enden, besonders das obere, frei abstehen. Ich glaube, dass durch diesen Nebenkörper der persistierende Nebenkern des Spermatocyts repräsentiert wird. Gewöhnlich in dem Winkel zwischen den hinteren Enden des Kernes und Nebenkernes, jedenfalls aber an ihrem hinteren Rande, sieht man ein drittes Gebilde von der Gestalt eines kleinen, kugelrunden Tröpfchens, das sehr stark lichtbrechend ist und daher auch im frischen Präparat als scharf begrenzter, dunkler, runder Punkt auffällt. Sollte dieses Tröpfchen einmal nicht zu sehen sein, so wird es nur von den Nachbarteilen verdeckt (Fig. 54). Nicht selten sind zwei solche glänzende Kügelchen vorhanden (Fig. 57). Die starke Lichtbrechung und das ganze Aussehen dieser Kügelchen erinnert an Fetttröpfchen, doch schwärzen sich bei Einwirkung von Osmiumsäure die Körperchen nicht. Schliesslich erkennt man bei genauer Einstellung am hinteren Ende des Kopfkernes, dort wo sich die Geissel an denselben ansetzt, ein sehr deutliches, als kleiner Punkt erscheinendes Endknöpfchen des Axenfadens der Geissel. Die Geissel setzt sich übrigens durch Vermittelung des Endknöpfchens nur mit dem Kopfkerne, niemals mit einem der anderen Bestandteile in Verbindung.

Färbt man die durch Osmiumsäuredämpfe fixierten Elemente mit Gentianaviolett, so tingieren sich Kern, Nebenkern und Endknöpfchen intensiv, während die Zwischenkügelchen ungefärbt bleiben (Fig. 56, 57). Lässt man die gefärbten Präparate unter dem Deckglase längere Zeit in Wasser liegen, so entfärbt sich bald der Kern bis auf das Spitzchen, während Nebenkern und Endknöpfchen noch tingiert bleiben (Fig. 60). Bei noch längerem Liegen geben schliesslich Spitzenstück und Nebenkern auch den aufgenommenen Farbstoff wieder ab, so dass nur noch das Endknöpfchen des Axenfadens tingiert bleibt und daher ausserordentlich deutlich hervortritt (Fig. 61). In zuvor fixierten und sodann mit Anilinfarben behandelten Deckglas-Trockenpräparaten tritt das umgekehrte Verhalten ein: der Kern bleibt mit dem Endknöpfchen am längsten intensiv gefärbt, während der Nebenkörper bald verblasst. Das Zwischenkügelchen, welches sich auch in diesen Trockenpräparaten erhält, nimmt auch hier keine Färbung an und ist an der betreffenden Stelle meist als kleine, kreisrunde, helle Stelle sichtbar. Es verhält

sich also der Färbung nach der Nebenkern zu dem Kern, wie bei vielen Spermatozoen das Verbindungsstück zu dem Kopfe. Es ist mir auch wahrscheinlich, dass der Nebenkörper hier die Stelle des als solches fehlenden Verbindungsstückes vertritt.

Alle diese Gebilde werden nun in dem frischen Präparate umgeben von einer kleinen Protoplastmakugel, welche die genannten Teile vollständig einschliesst (Fig. 54, 55). Dieses Protoplasma ist sehr zart und feinkörnig, so dass die Begrenzung der Kugel sehr fein erscheint. Daher löst sich diese Protoplastmaschicht auch sehr leicht auf. Trotzdem fallen die geschilderten Körper nicht auseinander, bleiben vielmehr alle, auch wenn in Macerationen das umgebende Protoplasma, wie es sehr leicht und bald eintritt, ganz verschwunden ist, stets in der beschriebenen Vereinigung (Fig. 56—61). Sie müssen daher mit einander verbunden sein, und zwar recht innig, da die Teile in Macerationen sich nicht so leicht von einander trennen. Ich habe nicht mit Sicherheit entscheiden können, da das Material nicht reichte, ob die äusserlich mit einander verbundenen Kopfgebilde stets noch von einem Protoplastmahofe umgeben sind. Vielleicht repräsentieren die Kopfgebilde *ohne* Protoplastmaumhüllung erst die reife Spermatozoenform; denn ich habe in dem frischen Zupfpräparat viele Samenkörper in lebhafter Bewegung, so weit ich mich noch erinnere, auch ohne Protoplastmahof gesehen. Mag dem sein wie ihm wolle, jedenfalls beansprucht diese Kopfform höchstes Interesse, da sie auf der Entwicklungsstufe des Spermatocyts stehen geblieben ist und den Wert einer einfachen Zelle besitzt. Auch dürfte es von grosser Bedeutung sein, die Schicksale dieser getrennt bleibenden Bestandteile im Ei an diesem Object zu verfolgen, nachdem die Entwicklung und Bedeutung der einzelnen Kopfteile sicher festgestellt wäre. Leider war es mir nicht mehr möglich, die Spermatogenese bei *Tealia* zu studieren, und Befruchtungsversuche bei diesem Tiere anzustellen, wie ich es wohl gewünscht hätte.

Die Geissel stellt bei *Tealia* einen einfachen dünnen Faden dar, der an seinem Ende ein deutlich abgesetztes, bisweilen unregelmässig gebogenes Endstück (Fig. 56, 57) meist gut erkennen lässt. Bei Maceration löst sich der Protoplastmamantel häufig auf Strecken von dem

feinen Axenfaden ab, der aber nicht näher auf die jedenfalls vorhandene fibrilläre Zusammensetzung untersucht wurde.

Eine ganz ähnliche Spermatozoenform, wie ich bei *Tealia crassicornis*, hat Pictet bei anderen Coelenteraten, den Siphonophoren, aufgefunden.

Der Autor sagt hierüber (l. c. pag. 112): „Le spermatozoïde mûr de l'*Halistemma* se compose de deux parties bien distinctes:

1. la tête, un corps, à peu près sphérique, et d'un diamètre de 5—6  $\mu$ ; elle renferme deux éléments d'inégale grandeur, le noyau et le Nebenkern, dont la constitution parait être semblable sur des spermatozoïdes frais; mais il suffit d'appliquer un colorant nucléaire tel que le vert de méthyle acide pour les distinguer nettement. On voit alors le noyau se colorer fortement, tandis que le Nebenkern, qui se distingue aussi par ses dimensions plus faibles, reste absolument incolore. Autour de ces deux corpuscules, on voit encore la membrane cellulaire de la spermatide, très mince, enveloppant une faible couche de protoplasme dans laquelle le noyau et le Nebenkern sont immergés. C'est le reste du cytoplasme de la spermatide qui n'a pas été employé à la formation de la queue du spermatozoïde.

2. le filament caudal a une longueur de 70—80  $\mu$ . Il est très fin et visible seulement sous un fort grossissement. Son point d'insertion sur la tête se trouve en face du sillon qui sépare le noyau du Nebenkern.

Die Samenkörper von *Halistemma* und ebenso, wie Pictet fand, von *Physophora hydrostatica*, *Forskalia contorta* und *Praya maxima* scheinen demnach weniger compliciert gebaut zu sein als die von *Tealia*, da in der persistierenden Cytoplasmakugel nur Kern und Nebenkern liegen. Vor völliger Ausbildung des Samenkörpers befindet sich allerdings noch ein kleiner, glänzender Körper am vorderen Ende der Geissel, der aber nach Pictet alsbald vollständig verschwinden soll. Es erscheint mir indessen wahrscheinlicher, dass dieser Körper doch persistiert und zum Endknopf des Axenfadens wird, indem er nur an Volumen abnimmt. Ueberhaupt möchte ich es dahin gestellt sein lassen, ob Pictet nicht doch eine noch weitere Zusammensetzung des Kopf- teiles entgangen ist, zumal er selbst bei einer anderen Siphonophore

(Gleba hippopus) eine noch compliciertere Kopfbildung antraf (l. c. p. 114): „Enfin les spermatozoïdes de Gleba hippopus nous présentent un phénomène assez curieux. Nous voyons dans la tête trois corpuscules au lieu de deux comme chez les autres Siphonophores; et la réaction du vert de méthyle ou du Dahlia acétique nous montre que le plus gros de ces corps est le noyau de la cellule, tandisque les deux autres sont des noyaux accessoires. Nous avons donc ici deux Nebenkerns (on voit encore sur la figure un quatrième corpuscule, plus petit qui n'est qu'un cytomicrosome qui va se fusionner avec un des noyaux accessoires. Remarquons en passant, que l'un de ces deux noyaux accessoires occupe exactement la place du corpuscule que nous avons observé chez l'Halistemma au point d'origine du filament caudal. Il est donc probable, qu'ils ont la même signification, mais que chez l'Hippopode les cytomicrosomes de la spermatide se réunissent en deux masses qui restent distinctes jusqu'à la fin, tandisque chez les autres Siphonophores ils finissent par se fusionner tous ensemble et forment un seul Nebenkern“. Ich lasse dahingestellt, ob diese Deutungen zutreffen.

Ueber die Bedeutung des Kopfteiles dieser Samenkörper bemerkt Pictet schliesslich sehr richtig (l. c. p. 113): „Pour resumer, les spermatozoïdes de l'Halistemma sont de véritables cellules, normalement constituées. Les spermatides ont seulement changé de forme, sans perdre aucune de leurs parties, et nous retrouvons chez le zoosperme mûr une membrane cellulaire, un cytoplasme, un noyau et un Nebenkern. *La tête du spermatozoïde est donc ici une cellule entière et non pas seulement un noyau*, tandisque la queue peut être considérée comme un appendice vibratile, dérivant du cytoplasme, et servant à la locomotion.“

### Erklärung der Tafeln XII u. XIII.

Alle Figuren wurden nach Winkels homogener Immersion <sup>1</sup>/<sub>24</sub> gezeichnet, wenn auch nicht alle in denselben Grössenverhältnissen. In den Erklärungen der Abbildungen bedeuten: *Sst* Spitzenstück; *V* Verbindungsstück; *E* Endstück; *Osm* Fixierung durch Osmiumsäuredämpfe; *0,75*, *3*, *5* *Cl* = *M* Maceration in 0.75-procentiger, 3 procentiger, 5 procentiger Kochsalzlösung unter dem Deckglase; *DTrP* mit Gentianaviolett gefärbtes Deckglas-Trockenpräparat; *G* Gentianafärbung.

## Tafel XII.

- Fig. 1—3. In Fäden und Fibrillen zerfallene Geisselteile von *Decticus verrucivorus* L. 0,75 Cl = M., G.
- Fig. 4—6. Desgleichen von *Ocneria monacha* L. 0,75 Cl = M., G.
- Fig. 7—12. *Ciona intestinalis* Flem.
- Fig. 7. Ganzes Spermatozoon, Kopf von der Fläche. Spitzenstück (*Sst*) und Endstück (*E*) deutlich. Osmd. G.
- Fig. 8. Desgleichen, Kopf von der Kante.
- Fig. 9. Vorderes Stück des Samenkörpers, Kopf von der Kante gesehen. Aus einem mit G. gefärbten Deckglas-Trockenpräparat, das längere Zeit in Canadabalsam aufbewahrt war.
- Fig. 10—12. Fibrillärer Zerfall des Axenfadens der Geissel. In Fig. 10 und 11 ist der Kopf noch in Verbindung mit dem Axenfaden, der in Fig. 10 im unteren Teil bis auf das Endstück (*E*) noch von seinem Protoplasmamantel umgeben ist. In Fig. 12 Endknopf des Axenfadens (*Ek*) deutlich. Aus einer dreitägigen Maceration in 3procentiger Chlornatriumlösung.
- Fig. 13—16. *Patella pellucida* L.
- Fig. 13. Ganzes Spermatozoon. Spitzenstück (*Sst*), Verbindungsstück (*V*), Hauptstück (*H*) und Endstück (*E*) deutlich. Osmd., G.
- Fig. 14. Dasselbe; aus einem mit Osmd. fixierten und in verdünntem Glycerin aufbewahrten Dauerpräparat.
- Fig. 15—16. Fibrilläre Zusammensetzung des Axenfadens, dessen Endknopf (*Ek*) sichtbar ist. 3 ClNa = M., G.
- Fig. 17—22. *Littorina rudis* Mont.
- Fig. 17. Ganzes Spermatozoon, frisch mit G. tingiert.
- Fig. 18 und 19. Desgl. aus einem durch Osmd. fixierten und mit G. tingierten Deckglas-Trockenpräparat.
- Fig. 20 und 21. Desgleichen; 3 ClNa = M., G.; im hintersten Abschnitt der Geissel ist der vom Protoplasmamantel entblösste Axenfaden fibrillär zerfallen.
- Fig. 22. Hinterer Teil der Geissel, zum Teil mit isoliertem und in Fäden zerlegten Axenfaden. 3 ClNa = M., G.
- Fig. 23 und 24. Vorderer Teil zweier Samenkörper von *Anodonta spec.* Osmd., DTrP., G.
- Fig. 25—32. *Sepia officinalis* L.
- Fig. 25. Ganzes Spermatozoon, frisch untersucht.
- Fig. 26—28. Köpfe mit den vorderen Geisselabschnitten; 3procentige Kochsalzlösung, G.
- Fig. 29. Vorderes Geisselende, von dem der Kopf abgefallen ist; 3procentige Kochsalzlösung, G.
- Fig. 30—32. Isolierte Axenfäden der Geissel, zum Teil in Fäden und Elementarfibrillen zerlegt; 24 Stunden unter dem Deckglase in 3procentiger Kochsalzlösung maceriert, G.
- Fig. 33 und 34. Zwei etwas gequollene Spermatozoonköpfe mit den vorderen Geisselstücken von *Doris tuberculata*. Intensiv gefärbtes kurzes Spitzenstück (*Sst*),

sowie an der Geissel der Spiralsaum deutlich. Der Axenfaden der Geissel ist mit einem kurzen Stiftchen, an dessen Spitze sich der intensiv gefärbte Endknopf befindet, in das Hinterende des Kopfes eingelassen. Osmd., G., DTrP.; das Präparat war mehrere Jahre in Canadabalsam aufbewahrt gewesen.

Fig. 35—42. *Lumbricus terrester* L.

Fig. 35—41. Ganze Spermatozoen.

Fig. 42. Isolierte Geissel mit dem Verbindungsstück (*V*).

Fig. 35. Aus einem Präparat, welches frisch in 0,75procentiger Kochsalzlösung mit Gentianaviolett gefärbt war und mehrere Tage unter dem Deckglase gelegen hatte. Spitzenstück und Hinterstück des Kopfes farblos geworden. zwischen beiden der Grenzpunkt (*p*). Verbindungsstück (*V*) intensiv gefärbt. Am hintersten Geisselende ist der Axenfaden in drei Fädchen geteilt.

Fig. 36. Desgleichen, nach vorheriger Fixierung durch Osmiumsäuredämpfe. Spitzenstück noch gefärbt, Geissel ungeteilt.

Fig. 37 und 38. Osmd., G., DTrP.; die Präparate wurden längere Zeit in Canadabalsam (im Dunkeln) aufbewahrt. Fig. 37. Kopf in ganzer Ausdehnung intensiver gefärbt, Verbindungsstück farblos. In Fig. 38 hat sich auch das Spitzenstück (*Sst*) bereits wieder entfärbt.

Fig. 39—42. 0,75 ClNa = M., G.

Fig. 39. Axenfaden in der Mitte der Geissel isoliert und in Fädchen zerfallen.

Fig. 40. Von dem Protoplasmamantel der Geissel sind nur noch streckenweise Reste erhalten, zwischen denen der Axenfaden frei vorliegt; der letztere am hinteren Ende in zwei Fädchen geteilt.

Fig. 41. Von dem Axenfaden hat sich auf eine grössere Strecke eine feine Fibrille abgelöst.

Fig. 42. Isolierte Geissel mit dem Verbindungsstück (*V*). Der Axenfaden ist in zwei Hälften zerlegt, von denen die eine wieder in zwei Fädchen zerfällt.

Fig. 43—49. *Cyanea*, wahrscheinlich *capillata* Eschsch.

Fig. 43. Ganzes Spermatosom; Kopf, Verbindungsstück und Geisselfaden deutlich. Osmd., G.; die Präparate hatten 24 Stunden unter dem Deckglase gelegen.

Fig. 44 und 45. Ganze Samenkörper, an denen die schmale Querscheibe (wahrscheinlich der Endknopf des Axenfadens) sehr deutlich ist (siehe Text). Osmd., G., DTrP.; die Präparate hatten mehrere Jahre in Canadabalsam (im Dunkeln) gelegen.

Fig. 46. Isolierte Geissel, mit einer endknopfartigen Anschwellung am vorderen Ende.

Fig. 47—49. Isolierte Geisseln; 5 ClNa = M., G.

Fig. 47. Im hinteren Teile ist der Axenfaden isoliert.

Fig. 48. Desgleichen; der Axenfaden in zwei Teilfäden zerlegt.

Fig. 49. Von dem Axenfaden hat sich eine feinste Fibrille abgelöst.

Fig. 50—53. *Aurelia aurita* Laur.

Fig. 50 und 51. Ganze Spermatozoen. *Sst* Spitzenstück, *V* Verbindungsstück. Osmd., G.

Fig. 52 und 53.  $0,75 \text{ ClNa} = \text{M. G.}$

Fig. 52. Axenfaden isoliert und in zwei feine Fäden zerspalten, noch im Zusammenhange mit dem Verbindungsstück und Kopf.

Fig. 53. Isolierter Axenfaden mit dem Endknopf (*Ek*), an drei Stellen in zwei Fädchen zerfallen.

### Tafel XIII.

Fig. 54—61*b*. *Tealia crassicornis* Gosse.

Fig. 54—57, 59—61. Ganze Spermatozoonen.

Fig. 54. Frisch in 3procentiger Kochsalzlösung. Birnförmiger Kern, Nebenkern und Endknopf von zartem, kugelförmig gestalteten Protoplasma umgeben. Der Zwischenkörper von den Nachbarteilen verdeckt.

Fig. 54. Ebenso; der glänzende Zwischenkörper zwischen der Kernbasis und dem hinteren Ende des Nebenkörpers sehr deutlich. Protoplasmaumhüllung. Frisch durch Osmiumsäuredämpfe fixiert.

Fig. 56—61. Protoplasmaumhüllung der Kopfgebilde nicht vorhanden.

Fig. 56 und 57. Frisch in 3procentiger Kochsalzlösung durch Osmiumsäuredämpfe fixiert und mit Gentianaviolett gefärbt. Kern, Nebenkern und Endknopf intensiv gefärbt; Zwischenkörper dagegen farblos, glänzend. In Fig. 57 sind zwei Zwischenkörper vorhanden. Endstück (*E*) der Geissel deutlich abgesetzt, in Fig. 57 unregelmässig gebogen.

Fig. 58. Kopfgebilde und vorderes Geisselstück, aus einem mit Osmiumdämpfen fixierten, in verdünntem Glycerin aufbewahrten Dauerpräparat.

Fig. 59. Osmd., DTrP., G.; das Präparat wurde mehrere Jahre im Dunkeln in Canadabalsam eingeschlossen aufbewahrt. Kern noch intensiv gefärbt, Nebenkern wenig, Zwischenkörper gar nicht gefärbt.

Fig. 60 und 61. Aus Präparaten, welche nach Fixierung durch Osmiumsäuredämpfe und Färbung mit Gentianaviolett auf Helgoland in Wasser unter dem Deckglase eingekittet waren und sich lange Zeit gehalten hatten.

Fig. 60. Nur der Nebenkörper, das Spitzenstück des Kernes und das Endknöpfchen noch intensiv gefärbt.

Fig. 61. Alle Kopfgebilde bis auf das Endknöpfchen des Axenfadens entfärbt; das letztere tritt durch seine Färbung sehr deutlich hervor.

Fig. 61*b*. Hinteres Stück der Geissel mit durch Maceration zum Teil freigelegtem Axenfaden.

Fig. 62—68. *Crossaster papposus* M. et. Tr.

Fig. 62—65. Frisch in 3procentiger Chlornatriumlösung bei etwas schwächerer Vergrößerung untersucht. Vordere Kopfdelle sichtbar. In Fig. 64 ist der Kopf mehr nach oben gerichtet, so dass der helle, kreisrunde Fleck erscheint. In Fig. 65 sitzt das Verbindungsstück mehr neben der Geissel.

Fig. 66—68. Osmd., G.; bei etwas schwächerer Vergrößerung 24 Stunden nach der Färbung untersucht. Ringkörper, centraler Punkt (Endknöpfchen des Axenfadens) und Verbindungsstück intensiv gefärbt.



Fig. 69—74. *Cucumaria Planci* v. Marenz. Aus Präparaten, welche in Neapel durch Osmiumsäuredämpfe fixiert, mit Gentianaviolett gefärbt und längere Zeit in Canadabalsam aufbewahrt wurden. In Fig. 69, besonders aber in Fig. 70, 71 und 72 ist der Kopf stark gequollen und zum Teil in Auflösung begriffen. Dadurch ist ein vorne gelegener kreisrunder, dunkler gefärbter Körper sichtbar geworden, der bisweilen in seinem Inneren einen kleinen dunklen Punkt erkennen lässt. Ueber das Verbindungsstück und das Endknöpfchen siehe den Text. In Fig. 73 und 74 ist der vordere ganze Teil des Kopfes intensiv gefärbt, während das Verbindungsstück sich bereits wieder entfärbt hat und ganz hell aussieht. Durch dasselbe ist der Axenfaden zu verfolgen, in Fig. 74 bis zu einem intensiv gefärbten Endknöpfchen.

Fig. 75—89. *Crossaster papposus* M. et. Tr. Aus Präparaten, welche nach Fixierung des frischen Materials in 3procentiger Kochsalzlösung durch Osmiumsäuredämpfe und nach Färbung mit Gentianaviolett ohne weiteren Zusatz unter dem Deckgläschen eingekittet waren und sich lange Zeit gehalten hatten. Die Köpfe sind stark gequollen, haben aber ihre runde Form bewahrt. Das Verbindungsstück ist im Zusammenhang mit dem Kopf, hat sich aber in Fig. 77, 82, 83 bereits von demselben gelockert und in Fig. 85 und 86 ganz von demselben abgelöst; in Fig. 85 liegt es noch neben dem Kopf. Die Geißel ist (ausser in Fig. 81) von dem Kopfe abgefallen. An dem sonst völlig hellen, zart contourierten Kopf sind intensiv gefärbt geblieben nur der (Ring) Microporuskörper mit seinem hinteren halbkugeligen Teil und der centrale Punkt (das Endknöpfchen); auch das Verbindungsstück ist noch stark gefärbt. In Fig. 75—77, 79, 81, 83, 86 hat man Profilansichten der Köpfe; in den Figuren 78, 80, 82, 84, 85 ist der Kopf mehr nach oben gerichtet, so dass man den Ringkörper mit seinem Microporus mehr von der Fläche sieht. In Fig. 87 blickt man direct von oben auf Kopf, Ringkörper und Microporus. Fig. 88 und 89 stellen isolierte Ringkörper dar, Fig. 88 von der Fläche, Fig. 89 im Profil gesehen. In betreff aller übrigen Einzelheiten siehe den Text.

Fig. 90—92. Ganze Spermatozoen von *Crossaster papposus* M. et Tr.

Fig. 90 und 91. Aus durch Osmiumsäuredämpfe fixierten und in verdünntem Glycerin aufbewahrten Dauerpräparaten. Schalenförmiges Verbindungsstück am hinteren Kopfrande in Gestalt einer halbmondförmigen, breiten, dunklen Randlinie sichtbar. Kopf etwas gequollen, lässt vorne die Delle und unmittelbar hinter derselben den optischen Querschnitt des Ringkörpers bei mittlerer Einstellung in Gestalt zweier kurzer, breiter, dunkler Striche erkennen. Von dem übrigen Detail sind nur bei gutem Licht geringe Andeutungen wahrnehmbar (Fig. 91).

Fig. 92. Frisch nach Fixierung durch Osmiumsäuredämpfe mit Gentianaviolett gefärbt und in Wasser untersucht. Kopf mit deutlicher vorderer Delle intensiv gefärbt, ebenso das Verbindungsstück. Am hinteren Ende der Geißel ein scharf abgesetztes Endstück (*E*) sehr deutlich.

Fig. 93. *Ophiothrix fragilis* Düb. et Kor. Ganzes Spermatosom. Osmd., G.; Untersuchung in Wasser, 24 Stunden nach der Färbung. Kopf wieder verblasst bis auf den etwas vorspringenden Ringkörper. Verbindungsstück intensiv

gefärbt. Am hinteren Ende der Geissel ist ein deutlich abgesetztes Endstück (*E*) sichtbar.

Fig. 94 und 95. *Cucumaria Planci* v. Marenz. Osmd., G. Zwei Tage nach erfolgter Färbung untersucht. Nur der Ringkörper, der in Fig. 95 etwas vorspringt, und das Verbindungsstück gefärbt. In Fig. 95 ist nur der vordere Teil der Geissel gezeichnet.

Fig. 96—99. *Crossaster papposus* M. et Tr. Durch Auflösung des Kopfes isolierte Geisseln aus Präparaten, welche 6—8 Stunden unter dem Deckglase in 3procentiger Kochsalzlösung maceriert hatten und sodann mit Gentianaviolett gefärbt waren. In Fig. 96 ist der Axenfaden oben in zwei, unten in drei gleichlange feinste Fäden zertrennt. In Fig. 97 und 98 teilt sich derselbe stellenweise in zwei gleichdicke Fäden; in Fig. 97 ist am vorderen Ende ein Endknöpfchen (*Ek*) erhalten. In Fig. 99 zerlegt sich der Axenfaden in der Mitte in drei Fäden, während im hinteren Teil der Geissel noch die Protoplasmahülle vorhanden ist, so dass sich das Endstück (*E*) noch abhebt.

Fig. 100—102. Hintere Enden der Spermatozoen-Geissel von *Crossaster papposus* M. et Tr. mit verschieden langem, zum Teil unregelmässig hin und her gebogenen Endstück (*E*).



## Nouvelles universitaires.\*)

Der Privatdocent und Prosector Dr. Emil Ballowitz in Greifswald ist zum ausserordentlichen Professor daselbst ernannt worden.

Dr. L. Kerschner in Brünn ist zum ausserordentlichen Professor der Histologie und Entwicklungsgeschichte in Innsbruck ernannt.

Dr. K. W. Zimmermann in Giessen ist zum Prosector am anatomischen Institut in Bern ernannt worden.

\*) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans les facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel“ les fera connaître dans le plus bref délai.



# Critériums histologiques pour la détermination de la partie persistante du canal épendymaire primitif

par

**A. Prenant,**

agrégé, chargé du cours d'histologie à la faculté de médecine de Nancy.

---

(Avec pl. XIV.)

---

Le mécanisme du rapetissement du canal central de la moelle épinière, au cours du développement embryonnaire, a été examiné jusque dans ces derniers temps par un nombre considérable d'auteurs, qui ont expliqué de diverses façons ce mécanisme, et qui n'ont pu s'entendre sur ce point d'organogénie.

Il est aujourd'hui cependant reconnu qu'il s'agit non pas seulement d'une diminution relative du calibre du canal, qui cesserait de s'accroître tandis que la moelle s'agrandit considérablement autour de lui, mais bien d'un amoindrissement absolu, que Robinson [14], dans le plus récent des travaux qui ont été publiés sur cette question, a clairement montré. L'amoindrissement porte surtout sur le diamètre dorso-ventral, de telle sorte que le canal, qui était d'abord une fente antéro-postérieure ou dorso-ventrale, devient finalement arrondi ou même plus large que haut. Mais sur quelles portions du canal épendymaire primitif porte la réduction? S'exerce-t-elle à la fois sur l'extrémité dorsale et sur l'extrémité ventrale de la fente, comme l'ont pensé Vignal [15], Löwe [10], Robinson [14]? N'intéresse-t-elle au contraire que la partie dorsale, la portion ventrale persistant tout entière, selon la manière de voir de la plupart des auteurs, Waldeyer [16], Balfour [1], His [7], Barnes [2] entre autres? C'est ce qui reste à déterminer.

Quant au processus d'occlusion, sa nature est encore plus mal connue que le lieu exact du canal central où il se passe. S'il faut, ce semble, rejeter l'idée d'une fusion des parois latérales (Balfour [1], His [7]), on doit ajouter immédiatement qu'on n'a aucune hypothèse appuyée sur des faits précis, pour remplacer celle de la fusion. Le remplissage de la partie disparue du canal central par la prolifération des éléments de la paroi, admis par Waldeyer, Vignal, Robinson, ne rend pas mieux compte du mode de fermeture et ne peut du reste s'accorder davantage avec les données de l'anatomie. Ce qui est le plus vraisemblable, c'est que les phénomènes se passent de la façon suivante, au niveau de la partie dorsale du canal par exemple. Les cellules épendymaires, dont le grand axe était primitivement perpendiculaire à la lumière de la fente, qui représente le canal central, se déplacent par rapport à cette fente sous la poussée considérable qu'exercent sur elles les nombreux éléments cellulaires incessamment formés dans la substance grise; elles deviennent ainsi de plus en plus obliques sur cette fente, qui de son côté se réduit de plus en plus. Le canal central, primitivement assez large dans sa portion dorsale, se transforme ainsi en une fente linéaire, presque virtuelle, dont les parois sont accolées à tel point qu'elles semblent fusionnées; les cellules épendymaires, qui entre temps se sont démesurément allongées pour suivre l'expansion de la partie dorsale de la moelle et qui se sont transformées en fibres („fibrilles cornées“, de Löwe), sont étroitement juxtaposées à présent et parallèles à la fente épendymaire: disposition qui est rendue évidente par l'examen de préparations faites par le procédé chromo-argentique. On arrive ainsi à se représenter le mieux le mode d'occlusion du canal central, au moins dans sa partie dorsale, en combinant le rapetissement transversal du canal accompagné du déplacement et du changement d'orientation des cellules épendymaires avec l'allongement dorso-ventral du canal et des cellules: rapetissement et allongement qui reconnaissent une seule et même cause, l'accroissement des parties dorsales de la moelle, et par suite la pression intérieure dont la moelle est le siège.

Après ce que nous venons de dire du processus probable d'occlusion du canal central, ce sujet ne nous occupera plus autrement. Ce que nous voulons en effet contribuer à déterminer, c'est le siège de l'oc-

clusion, et le territoire du canal central qui s'oblitére. Il nous semble que, dans cette question, on a eu jusqu'à présent le tort de laisser complètement de côté, à notre connaissance du moins, plusieurs critères d'ordre histologique, qui pourraient servir à déterminer quelles sont les parties du canal central qui sont vouées à l'oblitération et qui s'oblitérent en effet et quelles sont d'autre part celles qui demeurent perméables.

Ces critères histologiques sont les suivants.

En premier lieu, la proportion relative des figures de division nucléaire dans les diverses régions du canal central primitif peut donner des renseignements précieux. Comme en effet la bordure épendymaire définitive ne comporte qu'une seule rangée de cellules, que les éléments qui entourent l'épendyme et qui forment la substance gélatineuse centrale sont clairsemés, la paroi épendymaire primitive (plaque interne de His) n'aura que peu de cellules à former pour constituer la paroi immédiate et médiate du canal définitif. Elle pourra donc, dans l'endroit qui plus tard entourera celui-ci, n'offrir que peu de figures mitotiques. Il en sera tout autrement de la région non employée à border le canal épendymaire définitif; car celle-ci, si l'on en croit les résultats de Löwe [10] et de Corning [4], doit proliférer abondamment pour subvenir aux frais de la formation de la substance gélatineuse de Rolando. Cette deuxième région devra donc, contrairement à la précédente, présenter de nombreuses mitoses. Cette différence quant à la proportion des mitoses dans les diverses régions de la plaque interne ne paraît pas avoir attiré l'attention des auteurs, déjà nombreux cependant, qui ont étudié la question de la division cellulaire dans les centres nerveux. Le travail de Merk [11], entre autres, le plus complet qui ait été publié sur ce sujet, renferme des données topographiques précieuses sur la répartition des figures de division, suivant que celles-ci sont ventriculaires ou ultra-ventriculaires, c'est-à-dire voisines ou éloignées de la lumière du canal central; mais on n'y trouve rien sur les différences dans le nombre des mitoses suivant les régions (dorsale, moyenne ou ventrale) de ce canal.

En second lieu, il paraît évident que celle des régions de la plaque interne, dans laquelle les cellules constitutantes se rapprocheront le plus

par leur forme des cellules épendymaires définitives, sera celle qui persistera pour former l'épendyme de l'adulte; par suite la région du canal central limitée par elle deviendra le canal épendymaire permanent.

La ciliation des cellules nous fournit un troisième critérium. On sait qu'au début les éléments superficiels de la plaque interne sont privés de cils. Ces cils sont ainsi une acquisition secondaire. Il est vraisemblable que, dans ces portions du canal central qui doivent plus tard se former, les cellules épithéliales n'acquerront pas de cils. Une telle acquisition de la part de ces cellules serait en effet un démenti donné à brève échéance à la loi de l'adaptation; cette loi veut, dans ce cas particulier, que celles-là seules de ces cellules qui doivent tapisser une cavité où leurs cils pourront se mouvoir, gagnent effectivement ces cils. Si donc nous pouvons déterminer que telle partie de l'épithélium se cilie, telle autre non, nous en pourrions vraisemblablement conclure que le territoire du canal central bordé par l'une persistera, tandis que celui que l'autre limite s'annihilera.

Telle est l'idée qui a été le point de départ de ce travail, et d'autre part tel est le but que nous y poursuivons.

J'ai employé pour ces recherches une série d'embryons de Mouton allant depuis une longueur de 14 mm. jusqu'à celle de 100 mm.

Les moelles, encore entourées de la colonne vertébrale, ont été traitées soit par le liquide de Flemming, soit par le liquide de Kleinenberg, et colorées d'une façon variée, appropriée à chacun de ces réactifs fixateurs.

L'un et l'autre liquides présentent des avantages et des désavantages. Si le liquide de Flemming est avantageux pour la recherche des mitoses et la bonne conservation des cils vibratiles, il a d'autre part, en tant que liquide osmiqué, l'inconvénient de coaguler le liquide albumineux qui remplit le canal central, de telle sorte que le coagulum formé vient souvent malencontreusement, en s'attachant à la bordure épithéliale de ce canal, masquer les cils ou bien les simuler. Le liquide de Kleinenberg a d'autre part le tort de rendre plus difficile la recherche des figures de division et de conserver moins bien les cils.

Il était indispensable, pour une comparaison, d'examiner toujours

la même région de la moelle. J'ai choisi la région cervicale; mais j'ai fait porter aussi mon examen sur d'autres régions (cervico-dorsale, dorsale, lombaire).

A cette série d'observations faites sur l'embryon de Mouton j'en ai ajouté plusieurs ayant pour objet l'embryon humain; les embryons que j'ai eus à ma disposition étaient tous durcis dans l'alcool, à l'exception d'un seul qui avait été fixé dans le liquide de Müller.

### Embryons de Mouton.

Chez des embryons de Mouton de 14 mm. et de 15 mm., le canal central a la forme d'une fente dorso-ventrale, plus large du côté ventral que du côté dorsal. Ses cellules de bordure ne portent pas encore de cils; le plancher même du canal, qui plus tard présentera des appendices ciliés très développés, en est complètement dépourvu. Les cellules du plancher, qui sont fort grêles, à en juger par le rapprochement très grand des stries verticales plus sombres qui correspondent à leur corps cellulaire filiforme, offrent, tout le long de leurs bases ou extrémités internes confondues en une cuticule interne, une succession de points noirs (on colorés en rouge très foncé à la suite de la méthode de coloration de Flemming). Je crois qu'ici comme ailleurs, ces points noirs marquent la séparation des extrémités internes des cellules<sup>1)</sup>.

Si les cellules superficielles de la „plaque interne“ (His), bref les cellules épendymaires, ne présentent encore chez des embryons de 14 et 15 mm. aucune trace de cils vibratiles, si par conséquent il est impossible de distinguer, grâce à l'existence ou à l'absence de ces cils, les parties persistantes de l'épendyme de celles qui sont appelées à disparaître, il est un autre critérium que l'on peut dès à présent utiliser pour marquer l'étendue de la paroi épendymaire et par conséquent la région du canal central vouée à la disparition et celles au contraire qui subsisteront. C'est la présence des figures mitotiques qui nous fournit ce critérium. On comprend en effet que là où des mitoses

<sup>1)</sup> Quant à savoir si l'interprétation, que j'ai proposée pour ces points sombres dans des cellules d'autres objets, conviendrait à ceux-ci, c'est ce que je ne puis dire. Je rappelle que j'ai supposé dans ces points les représentants des corps intermédiaires, c'est-à-dire de plaques cellulaires rudimentaires (A. Prenant, Contribution à l'étude de la division cellulaire. Arch. de physiologie. 1892).

existeront en grand nombre dans la plaque interne, celle-ci devra être considérée comme étant en pleine voie d'évolution. Là au contraire où ces mitoses seront peu abondantes on même feront défaut, la plaque interne devra être regardée comme ayant à peu près ou même complètement terminé son évolution. D'ailleurs, sans même avoir égard aux mitoses, il suffit d'examiner à un faible grossissement la plaque interne pour constater qu'elle est très inégalement épaisse suivant les endroits; cette inégalité d'épaisseur témoigne à elle seule de la différence que présentent les diverses régions de la plaque interne quant à leur activité proliférative. Or nous voyons que dans la région dorsale du canal central la plaque interne est très épaisse, prolifère abondamment (pour donner lieu à la substance gélatineuse de Rolando, ainsi que l'ont montré Löwe, Corning, Robinson) et montre effectivement de nombreuses figures mitotiques. Par contre, la région ventrale offre une plaque interne peu épaisse, où la prolifération est peu intense, et où les figures mitotiques sont au minimum. De là nous pouvons conclure que cette dernière région est à peu près définitivement constituée, puisque le processus néoformateur de cellules s'y est beaucoup ralenti ou même presque arrêté. Chez des embryons plus âgés que ceux qui nous occupent en ce moment, nous pourrions constater plus nettement encore l'opposition que l'on peut faire à cet égard entre les deux régions ventrale et dorsale de la paroi du canal épendymaire.

Sur des embryons de 18 et de 20 mm., la forme du canal de la moelle ne diffère pas sensiblement de ce qu'elle était dans les stades précédents. Cependant la région ventrale se montre dilatée en une ellipse verticale très allongée, et se distingue par sa forme de plus en plus manifestement de la région dorsale. En examinant l'ellipse avec plus d'attention, on constate que les côtés latéraux sont légèrement déprimés dans leur partie moyenne, de sorte que le milieu du canal central forme une partie rétrécie séparant les deux extrémités plus larges de la région ventrale. Les dispositions histologiques sont les mêmes que précédemment tant à l'égard des cils que sous le rapport des mitoses.

La région ventrale du canal central a pris, chez des embryons de 21, 24, 25, 26 et 30 mm., une forme caractéristique. Elle a la figure



d'un sablier (fig. 1 et 2, *c*), et se compose par conséquent de deux portions dilatées, dorsale et ventrale, reliées par une partie rétrécie. La portion dilatée dorsale se sépare nettement de la région dorsale (*d*) du canal demeurée étroite, par deux bourrelets ou éperons qui défendent l'entrée de cette dernière. Nous verrons la région ventrale se dilater de plus en plus et la forme en sablier se prononcer toujours davantage avec les progrès de l'âge. Il nous a paru aussi, qu'à mesure qu'on descendait de la région cervicale (sur laquelle seule portent les observations qui précèdent) vers la région dorsale, la dilatation de l'ensemble de la région ventrale et l'étranglement de sa partie moyenne étaient plus considérables.

La proportion des figures de division est devenue très différente dans les deux régions dorsale et ventrale de la plaque interne. Les numérations que nous avons faites nous donnent, pour une moyenne de 10 coupes, 2 figures mitotiques pour la région ventrale, 15 pour la région dorsale<sup>1)</sup>. Corrélativement, la plaque interne est devenue très épaisse dans la dernière, tandis qu'elle a conservé à peu près ses dimensions primitives dans la première.

De plus, les nombreuses assises cellulaires, qui composent la plaque interne dans la région dorsale, sont formées sans doute (à en juger seulement par les rapports des noyaux des cellules, puisqu'on ne voit pas de limites cellulaires) par des éléments de forme assez ramassée. Au contraire, dans la région ventrale, les cellules, disposées sur quelques rangées seulement, ont des formes beaucoup plus grêles, qui sont déjà celles des cellules épendymaires définitives. En outre, tandis que, dans la zone dorsale, la disposition des noyaux et par conséquent des corps cellulaires autour du canal central est régulière, elle devient irrégulière dans la zone ventrale, de même que l'orientation du grand axe des noyaux et celle du corps cellulaire se montrent aussi très variables dans cette dernière zone. Il en résulte que, dès à présent, l'aspect de la bordure épithéliale du canal de la moelle est tout à fait autre dans

---

<sup>1)</sup> Dans cette numération il n'est tenu compte que des figures qui avoisinent directement le canal central, „figures ventriculaires“ de Merk. et non des „figures ultraventriculaires“, éloignées de ce canal.

les régions dorsale et ventrale, même à un faible grossissement (fig. 1 et 2, comp. *d* et *v*).

Enfin et surtout, c'est à cette époque et déjà chez l'embryon de 24 mm., que nous voyons apparaître des cils sur les bases des cellules et seulement de celles de la zone ventrale. L'observation de ces cils est entourée de grandes difficultés. Le canal central de la moelle est en effet rempli par un liquide coagulable, qui, sous l'action des réactifs fixateurs employés, se concrète en un réticulum qui s'attache aux parois du canal. Ainsi inséré sur les bases des cellules qui bordent le canal, il peut englober les cils, les masquer, ou, ce qui est plus grave, les simuler. Si l'on emploie des réactifs fixateurs énergiques, comme les liquides osmiques (la liqueur de Flemming par ex.), le coagulum est augmenté et les conditions de l'examen deviennent plus mauvaises. L'emploi de fixateurs plus doux mais moins parfaits, comme le liquide de Kleinenberg, présente un écueil plus dangereux encore; car alors les cils, qui sont très délicats et très fugitifs, peuvent ne pas être conservés. Cela étant, nous avons toujours vu, sur le plancher du canal, de longs cils bien distincts, tandis que sur les parois latérales de la région ventrale ce n'est que sur quelques embryons que nous avons réussi à en distinguer. Jamais par contre nous n'avons trouvé, sur les cellules de la région dorsale, d'appendices ciliés évidents. Il y a donc là un caractère distinctif de plus entre les deux zones de la plaque interne (fig. 1 et 2, comp. *d* et *v*).

C'est ici le cas de parler un peu plus longuement de ces cils. J'ai été étonné, en parcourant la bibliographie relative à la structure de la moelle et en particulier à l'épendyme, de constater que, si du moins quelque publication instructive à ce sujet ne m'échappe pas, l'on sait en somme peu de choses sur les cellules épendymaires et leurs cils. Kölliker, dans la dernière édition de son traité, se refuse à considérer comme décisives à cet égard toutes les observations qui ne portent pas sur des pièces fraîches. Il relate les divers examens qui ont été faits sur le frais, par Valentin, Purkinje, Hannover, Leydig, H. Müller, Virchow, lui-même, Gerlach, Luschka, Kupffer, et qui portent sur des régions variées de l'épendyme cérébro-médullaire. „Ces exemples, conclue-t'il, suffisent bien pour établir que la ciliation de l'épendyme

existe certainement, quoiqu'il faille ajouter qu'elle se trouve surtout chez les individus jeunes et les embryons et manque souvent chez les adultes." Nous ajouterons, pour notre part, que ces cils, ainsi qu'on l'a vu plus haut, et comme on le savait déjà sans avoir du reste jamais précisé ce point d'histogénèse, n'existent pas d'emblée mais font défaut chez les plus jeunes embryons. Ça et là cependant, par exemple dans le travail de Merk [11], on peut trouver quelques renseignements à ce sujet.

Comme l'indique Kölliker, et ainsi que l'ont vu v. Lenhossék [9], Retzius [13] et en général tous ceux qui ont examiné la moelle embryonnaire à l'aide du procédé de Golgi, les cils de l'épendyme se voient très bien sur des préparations traitées par ce procédé. Mais en même temps l'examen de telles préparations a fait naître des doutes sur la signification de ces appendices filamenteux qui garnissent la base des cellules épendymaires et que jusqu'alors on avait toujours considérés comme des cils. Ainsi v. Lenhossék a considéré ces appendices non pas comme de véritables cils, mais comme des productions cuticulaires de nature énigmatique. „Chaque cellule porte, dit-il, du côté de l'intérieur, un liseré cuticulaire épaissi (*membrana limitans interna*) et une pointe unique, raide, proéminent dans la lumière du canal central, que la méthode de Golgi met très bien en évidence. Il s'agit dans ces pointes, qui jusqu'ici ont été à tort considérées comme des „cils vibratiles“, d'une formation cuticulaire de signification douteuse“ (p. 49).

Les appendices en forme de cils des cellules épendymaires sont, au niveau du plancher du canal central, extrêmement longs. Ils vont en s'atténuant de leur base d'implantation vers leur extrémité libre, de telle façon qu'ils figurent une expansion conique très allongée des cellules épendymaires. Ils ne naissent pas toujours directement de la membrane cuticulaire qui revêt les bases des cellules. Ou bien, pour présenter le fait d'une autre façon, leur partie basale, insérée sur les cellules, est assez différemment constituée de la masse principale des cils, pour que celle-ci en paraisse jusqu'à un certain point indépendante et que la base des cils figure une formation spéciale. C'est ce que montre la figure 5. On y voit les bases de plusieurs cils confluer en

une bordure assez épaisse, sombre, dans laquelle on peut çà et là délimiter des segments verticaux séparés par des lignes plus sombres; la surface de la bordure ne forme pas une ligne droite, mais est soulevée aux points qui correspondent aux cils proprement dits. Ces dispositions semblent montrer que les cils sont composés de deux parties dont la substance est passablement différente; et comme les parties basales de ces cils sont confluentes en une bande continue, c'est un caractère qui rapprocherait ces parties basales seules ou même les cils tout entiers de formations cuticulaires.

Au premier abord, chaque cil ainsi constitué paraît indivis. Cependant, me fondant sur certaines observations dont il sera question plus loin et qui portent sur l'embryon humain, je suis porté à croire que le cil, en apparence unique, est en réalité formé d'un pinceau de cils plus fins agglutinés par les réactifs. Je fais allusion ici à des préparations dans lesquelles il s'est produit une dislocation artificielle des cellules épendymaires du plancher. On obtient alors (fig. 6) une grappe de noyaux, dont chacun correspond évidemment à une cellule, appendue à l'extrémité périphérique d'un corps cellulaire allongé qui doit correspondre aux corps protoplasmiques de plusieurs éléments fusionnés; ce corps cellulaire, apparemment simple, est donc vraisemblablement composite. Sa base porte un cil conformé comme il vient d'être dit. On se trouve alors en présence de cette alternative: ou bien un seul cil correspond à plusieurs éléments cellulaires; ou bien ce cil est composé de plusieurs cils plus fins appartenant chacun à une cellule distincte; cette seconde manière de voir me paraît plus acceptable<sup>1)</sup>.

Chaque cellule épendymaire porterait donc un cil; mais les cils de plusieurs cellules voisines s'accoleraient en une formation ciliaire composée. Il convient de rappeler ici que certaines cellules de l'épendyme, d'après les observations de Renaut [12] et de Colman [3], seraient garnies de plusieurs cils. Ainsi, selon Renaut, les cellules épithéliales du quatrième ventricule de la Lamproie sont pourvues d'un plateau

---

<sup>1)</sup> Je n'ai pas poussé plus loin l'étude histologique détaillée de ces cils. Je n'ai pas cherché en particulier à voir si leur structure répond ou non au schéma donné par Engelmann (5), et si à cet égard les formations ciliaires de l'épendyme se comportent ou non comme des cils véritables.

cuticulaire très mince, supportant plusieurs cils très longs. Chez un fœtus humain de cinq mois, Colman a vu sur chaque cellule épendymaire plusieurs cils, entre lesquels existait une bordure claire semée d'une série de points qui paraissent être les pièces basales des cils décrites par Engelmann [5].

Dans les embryons appartenant à des stades plus avancés (32, 35, 36, 45, 50, 55, 70 et 100 mm.), la région dorsale du canal central se rétrécit de plus en plus et finalement s'oblitére, tandis que la région ventrale paraît relativement d'autant plus dilatée ou même se dilate peut-être d'une façon absolue. La forme en sablier de la région ventrale se prononce de mieux en mieux (fig. 3 et 4). Les cils continuent d'être très apparents sur le plancher du canal; mais les parties latérales n'en présentent plus, même de douteux. Les mitoses deviennent de plus en plus rares dans toute la partie ventrale, persistante, du canal médullaire.

Chez les embryons de Mouton, en résumé:

Le canal central de la moelle peut être décomposé en deux régions dorsale et ventrale. Elles diffèrent par l'activité mitotique, la forme et la ciliation des cellules constitutives de la plaque interne qui les borde. Dans la région dorsale, les mitoses sont très abondantes et par suite la plaque interne est très épaisse; elles sont rares dans la région ventrale, dont la plaque interne se réduit en conséquence à quelques rangées de cellules. La forme des cellules de la zone ventrale est caractérisée alors que celle des éléments de la zone ventrale ne l'est pas encore. Enfin les cellules de la zone ventrale, particulièrement celles du plancher du canal, sont seules à porter des cils qui manquent dans la zone dorsale. Pour ces diverses raisons, la constitution histologique de la zone ventrale ayant un caractère plus parfait et plus définitif que celle de la zone dorsale, la première nous paraît constituer seule la région persistante du canal central et de la plaque interne.

#### Embryons humains.

L'état du matériel humain que j'ai eu à ma disposition ne me permet pas de faire entrer en ligne de compte, pour la détermination de la portion de la plaque interne et du canal central qui se conserve

chez l'adulte et qui devient l'épendyme et le canal épendymaire définitifs, les mitoses non plus que la ciliation des cellules épithéliales. Les figures mitotiques sont en effet peu apparentes; d'autre part, sur des objets plus ou moins soigneusement traités par l'alcool, la conservation des cils n'est pas certaine; de là des erreurs possibles, qu'il me paraît sage d'éviter. Je dirai seulement que c'est sur le plancher du canal épendymaire, et sur ce plancher seulement, que j'ai trouvé des cils (fig. 8, 10 et 11). Par contre, la forme des cellules épithéliales qui bordent le canal médullaire et la configuration de ce dernier lui-même m'ont fourni quelques documents que je ne crois pas inutile de rapporter.

Chez un embryon humain de 24 mm. de long (fig. 7), le canal central a approximativement la même forme que chez un embryon de Mouton d'une longueur correspondante. Il se compose en effet d'une partie dorsale, en forme de fente, et d'une partie ventrale dilatée. La première est tapissée par une plaque interne épaisse, qui a essentiellement les mêmes caractères que chez des embryons de Mouton d'un développement équivalent. La seconde est revêtue d'une plaque interne mince, épaissie cependant et plus dense au niveau du plancher, composée de cellules grêles ayant déjà la forme des cellules définitives de l'épendyme (fig. 7 *d, v*).

La forme du canal est considérablement modifiée chez un embryon de 36 mm. (fig. 8). Sa figure est en effet triangulaire. Au sommet du triangle on plutôt un peu à côté de ce sommet, se trouve le tractus formé par les cellules du cône dorsal ou postérieur de l'épendyme (*cpe*). Le milieu de la base du triangle, quelque peu déprimé, est occupé par les cellules du cône épendymaire antérieur ou ventral (*cae*). Les côtés du triangle sont formés de deux parties différentes. La partie dorsale, de beaucoup la plus étendue, est bordée par une masse cellulaire épaisse (*b*), qui présente des caractères analogues à ceux qu'offrirait au stade précédent la plaque interne dans sa région dorsale; c'est-à-dire que les cellules ou plutôt les noyaux cellulaires (car on ne voit pas sur ces préparations de limites cellulaires) sont très serrés, ce qui témoigne d'une prolifération active des éléments de la masse en question. La partie ventrale des côtés du triangle, beaucoup plus courte, est la

continuation manifeste, de par les caractères de ses cellules constitutives, de la base du triangle. Il nous paraît évident, à l'inspection de la figure 8, que la partie dorsale des côtés du triangle est formée aux dépens de la plaque interne de la région dorsale, tandis que la partie ventrale de ces mêmes côtés dérive de la plaque interne de la région ventrale du stade précédent. Comme nous considérons les éléments de la zone ventrale comme devant seuls prendre part à la limitation du canal épendymaire adulte, nous pouvons dire qu'à ce stade le canal, dont la forme est déjà à peu près celle qu'aura définitivement la lumière de la moelle, n'a pas une paroi épendymaire complète, mais que la paroi définitive manque encore sur les parties latéro-dorsales du canal; la lacune est comblée par des éléments empruntés à la région dorsale de la plaque interne, qui, avec les progrès de l'âge, se retireront peu à peu dans la profondeur de la moelle, employés peut-être à la formation de la substance gélatineuse.

Sur un embryon plus âgé, de 48 mm. de long, on reconnaît que de chaque côté du cône épendymaire dorsal, sur une faible longueur, la paroi du canal central offre une constitution un peu différente de celle qu'elle présente ailleurs (fig. 9).

Une observation semblable peut être faite sur un embryon de 75 mm, bien que moins décisive, à cause de l'état de conservation assez défectueux dans lequel se trouvait la pièce (fig. 10).

Le même fait résulte encore de l'examen d'un embryon de 95 mm: cette fois il est de toute évidence, vu l'état relativement bon des éléments cellulaires (fig. 11). De chaque côté du cône épendymaire dorsal, on constate l'existence d'une sorte de bouchon cellulaire (*b, b*), composé d'éléments dont les noyaux diffèrent absolument de ceux des autres parties de la bordure épithéliale. Nous considérons ces éléments comme un vestige, appelé sans doute à disparaître dans un stade ultérieur, de la masse cellulaire qui, au stade figuré (fig. 8), revêtait sur une étendue considérable le canal central, et qui au stade de la figure 7 appartient à la région dorsale de la paroi de ce canal. Attirons, pour terminer, l'attention sur la forme du canal central, différente chez cet embryon de ce qu'elle était sur des individus plus jeunes.

v. Lenhossék est arrivé au même résultat, par la voie histologique et particulièrement en suivant la méthode de Golgi, que nous-même par la voie embryologique: savoir à la constatation d'une lacune dans les parties latérales de la paroi épendymaire. „Dans l'étendue latérale des fibres épendymaires, il existe, dit-il, une importante lacune; tout le territoire des cornes postérieures ou des cordons postérieurs, excepté le septum postérieur, manque de fibres épendymaires. Ce fait trouve son explication dans le développement. Par suite de la réduction qui, au cours de l'évolution, atteint le canal central et le transforme, de simple fente qu'il était, en un canal de section arrondie, et par suite de la soudure de toute la partie dorsale, les cellules épendymaires ordinaires deviennent des cellules de Deiters, et comme ce sont précisément celles qui traversent la corne postérieure et le cordon postérieur, ces parties demeurent dépourvues dans la distribution définitive des fibres épendymaires à la périphérie de la moelle“ (p. 46). La région dépourvue, ainsi visée dans le passage de v. Lenhossék que nous venons de citer, n'est, il est vrai, pas exactement la même que celle dont nous avons parlé. Sa lacune épendymaire correspond en effet à la partie dorsale même de la plaque interne; cette partie dorsale ne serait incorporée selon lui, à aucun moment du développement embryonnaire, à la paroi épendymaire. Notre lacune épendymaire au contraire, outre qu'elle comprend la région dorsale de Lenhossék, s'étend davantage du côté ventral, puis qu'elle se trouve temporairement comprise dans la paroi du canal central.

En résumé, chez l'embryon humain:

Malgré l'absence des critères qui nous avaient servi chez l'embryon de Mouton pour déterminer quelle est la région du canal central et de la plaque interne qui se conserve chez l'adulte, en l'absence de mitoses et de cils dûment constatés, nous croyons pouvoir conclure, de même que chez l'embryon de Mouton, que c'est la partie ventrale du canal primitif qui persiste. La forme des cellules épithéliales est en effet dans cette dernière plus voisine de celle des éléments définitifs. En outre et surtout, l'examen comparatif, à divers stades du développement, de la constitution de la bordure cellulaire de la lumière médul-



laire, nous fait voir que les cellules de la région dorsale se retirent peu à peu de cette bordure qui demeure formée par les seuls éléments de la région ventrale.

Nancy, le 18 Janvier 1894.

### Index bibliographique.<sup>1)</sup>

1. Balfour, Traité d'embryogénie et d'organogénie comparées. Trad. franc. Paris 1885.
2. Barnes, On the Development of the posterior Fissure of the Spinal Cord and the Reduction of the Central Canal in the Pig. Proc. Amer. Acad. arts and sc. 1884.
3. Colman, Notes on the minute Structur of the Spinal Cord of a Human Foetus. Journ. of Anat. and Phys. 1884. Vol. XVIII.
4. Corning, Ueber die Entwicklung der Substantia gelatinosa Rolandi beim Kaninchen. Arch. für mikr. Anat. 1888. Bd. XXXI.
5. Engelmann, Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen. Pflüger's Archiv. 1880. Bd. XXIII.
6. Fisch, The Epithelium of the Brain Cavities. Amer. Monthly micr. Journ. 1891. N° 11.
7. His, Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarks und der Nervenwurzeln. Abb. d. math.-phys. Kl. d. Kgl. sächs. Ges. d. Wiss. 1886. Bd. XIII.
8. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. VI. Aufl. Leipzig 1893.
9. M. v. Lenhossék, Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen. 1893.
10. Löwe, Beiträge zur Anatomie und zur Entwicklungsgeschichte des Nervensystems der Säugetiere und des Menschen. Leipzig 1880.
11. Merk, Die Mitosen im Centralnervensysteme. Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1887.
12. Renault, Recherches sur les centres nerveux amyéliniques. I. La névroglie et l'épendyme. Arch. de physiologie. 1882.
13. Retzius, Studien über Ependym und Neuroglia. Biol. Untersuchungen, N. F. V. 1893.
14. A. Robinson, The Development of the posterior Columns, of the posterior Fissure and of the Central Canal of the Spinal Cord. Studies in Anatomy. Owen's College. 1892. Vol. I.
15. Vignal, Sur le développement des éléments de la moelle chez les Mammifères. Arch. de physiologie. 1884.

<sup>1)</sup> Je regrette ne pas connaître, même par une analyse, les travaux de Fisch et de Wilson; le mémoire de ce dernier auteur eût été intéressant pour moi.

16. Waldeyer, Ueber die Entwicklung des Centralcanals im Rückenmark. Arch. für path. Anat. 1876. Bd. LVIII.
17. Wilson, On the closure of the central canal of the spinal cord in the foetal Lamb. Tr. intercol. med. Congr. Sydney, 1892.

### Explication de la pl. XIV.

Dans toutes les figures:

- d* région dorsale du canal central et de la plaque interne.  
*v* région ventrale.  
*cpe* cône postérieur épendymaire (septum postérieur).  
*cae* cône antérieur épendymaire.  
*b* bouchon formé par les cellules de la région dorsale de la plaque interne, complétant la paroi épendymaire formée par les cellules de la région ventrale.

- Fig. 1. Embryon de Mouton de 26 mm. Moelle cervicale. Ac. picrique, glycérine éosique hématoxylique. Zeiss, Oc. 4, Obj. AA; 97 D.
- Fig. 2. Embryon de Mouton de 30 mm. Moelle cervicale. Liquides fixateur et colorant de Flemming. Même gross.
- Fig. 3. Embryon de Mouton de 32 mm. Moelle cervicale. Liquides fixateur et colorant de Flemming. Même gross.
- Fig. 4. Embryon de Mouton de 50 mm. Moelle dorsale (la moelle cervicale fournit une figure identique). Liquides fixateur et colorant de Flemming. Zeiss, Oc. 4, Obj. 8,0; 125 D.
- Fig. 5. Embryon de Mouton de 26 mm. Moelle cervicale. Liquide de Flemming. Safranine, orange G. Zeiss, Oc. 4, Obj. 3,0; 333 D.
- Fig. 6. Embryon humain de 100 mm. Moelle dorsale (région supérieure). Alcool. Safranine. Zeiss, Oc. 4, Obj. 3,0; 333 D.
- Fig. 7. Embryon humain de 24 mm. Moelle cervicale. Alcool. Carmin chlorhydrique. Zeiss, Oc. 4, Obj. AA; 97 D.
- Fig. 8. Embryon humain de 36 mm. Moelle cervicale. Alcool. Glycérine éosique hématoxylique. Zeiss, Oc. 4, Obj. 8,0; 125 D.
- Fig. 9. Embryon humain de 48 mm. Moelle dorsale (région supérieure). Bichromate de potasse, safranine. Zeiss, Oc. 4, Obj. 8,0; 125 D.
- Fig. 10. Embryon humain de 75 mm. Moelle dorsale (région supérieure). Liquide de Müller, glycérine éosique hématoxylique. Zeiss, Oc. 4, Obj. 8,0; 125 D.
- Fig. 11. Embryon humain de 95 mm. Moelle dorsale (région supérieure). Alcool, picrocarmin de Ranvier. Zeiss, Oc. 4, Obj. 8,0; 125 D.

## Neuere Beiträge zur Reform der Kraniologie.

---

### *III. Ueber die systematische Untersuchung der kraniometrischen Variationsreihen, sowie über die Bestimmung des charakteristischen Schädeltypus mittels der Wahrscheinlichkeitsrechnung*

von

**Prof. Dr. Aurel v. Török,**

Direktor des anthropologischen Museums zu Budapest.

---

(Mit Tafel XV.)

---

Im vorigen Aufsatz (s. diese Monatsschrift, 1893. Bd. X. Heft 9. S. 347) wurde darauf hingewiesen, wie es bei Variationsreihen unbedingt nötig ist, ausser der arithmetischen Mittelzahl noch die Differenzen zwischen den einzelnen Wertgrössen der Glieder und der arithmetischen Mittelzahl zu bestimmen und ihre Summe zu berechnen, wodurch wir in den Stand gesetzt werden, trotz der eventuellen gleichen arithmetischen Mittelzahl sofort auf die Verschiedenheit im Bau der betreffenden Variationsreihen einen allgemeinen Schluss ziehen zu können.

Haben wir einmal diese Verschiedenheit der zu vergleichenden Variationsreihen constatirt, so ist es klar, dass wir hierbei nicht stehen bleiben können und wir dieselbe weiterhin auf die einzelnen Momente analysieren müssen. Es ist einleuchtend, dass die absolute Grösse der Summe der Differenzen uns darüber: wie sich die Differenzen der Wertgrössen zur Anzahl derselben verhalten, nicht aufklären kann; weshalb wir noch das Verhältniss zwischen der Summe dieser Differenzen und der Anzahl der Wertgrössen  $= \frac{\sum \delta}{N}$  bestimmen müssen. Der Quotient dieses Verhältnisses ist, wie es nicht weiter zu erörtern notwendig ist, ebenfalls nur eine arithmetische Mittelzahl, nämlich die der Diffe-

renzen der Wertgrößen. — v. Jhering war es, der in der Kraniologie zum erstenmale diese arithmetische Mittelzahl der Differenzen benutzte und dieselbe den *Oscillationsexponent* nannte (a. a. O. S. 412), da er dieselbe in einer Exponentenformel angewendet hat.

Wollen wir demzufolge den Oscillationsexponent  $\left(\frac{\Sigma \delta}{N} = Oe\right)$  bei den schon im vorigen Aufsatz zur Demonstration benutzten 5 Reihen in Betracht ziehen (s. die Tabelle auf der nächsten Seite).

Wie uns diese Tabelle lehrt, können wir mittels der Formel:  $MOe = \frac{\Sigma}{N} \frac{\Sigma \delta}{N}$  die allgemeine Charakteristik der arithmetischen Mittelzahl jedweder Variationsreihe behufs Inangriffnahme eines weiteren Studiums in prägnantester Weise ausdrücken; wie dies namentlich für die systematische Vergleichung der verschiedenen Variationsreihen von einem und demselben Schädelmaterial unerlässlich ist. Wollen wir also den Versuch machen und den Oscillationsexponent der arithmetischen Mittelzahl bei der Kollmann'schen Schädelserie berechnen.

Nach den Tabellen auf S. 28—31 im vorigen Aufsatz ist die Summe der Differenzen für den Gesichtsinde  $\Sigma \delta = 476.31$ , somit ist der Oscillationsexponent  $Oe = \frac{\Sigma \delta}{N} = \frac{476.3}{69} = 6.90$ . Es wird also die allgemeine Charakteristik dieser Variationsreihe sein  $MOe = \frac{5946}{69} \frac{476.31}{69} = 86.17^{6.90}$ . Die Summe der Differenzen für den Cephalindex  $\Sigma \delta$  ist  $= 309.59$ , somit der Oscillationsexponent  $= Oe = \frac{\Sigma \delta}{N} = \frac{309.59}{69} = 4.48$ , und so wird die allgemeine Charakteristik dieser Variationsreihe sein:  $MOe = \frac{5384.4}{69} \frac{309.59}{69} = 78.03^{4.48}$ .

*Der Unterschied in der Wertgrösse des Oe für den Gesichtsinde- und Cephalindex ist hier sehr lehrreich, und ich kann nicht umhin, auf die grosse Bedeutung dieses Unterschiedes in der allgemeinen Charakteristik von zwei Variationsreihen einer und derselben Schädelserie hinzuweisen. Denn schon dieser Unterschied in der Wertgrösse des Oscillationsexponenten für die Gesichtsinde- und für die Cephalindexreihe*

		Glieder										
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Reihe		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
a		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
b		19	19	19	19	19	20	21	21	21	21	21
c		18	19	19	20	20	20	20	20	21	21	22
d		1	2	21	21	23	23	23	25	25	27	29
e		2	2	4	6	8	10	10	12	16	60	90

*beweist, dass das Problem der Bestimmung des charakteristischen Typus einer bestimmten Menschengruppe compliciert sein muss — und ganz und gar nicht so einfach angesehen werden darf, wie es bisher ohne Ausnahme geschah, — was ich übrigens schon öfters in den zwei vorigen Aufsätzen hervorgehoben habe.*

Da in der logischen Analyse eines Problems alle wesentlichen Momente der Reihe nach in Betracht gezogen werden müssen, so wollen wir dies auch hier thun. Fragen wir demnach, wie muss der charakteristische Typus einer Menschengruppe beschaffen sein?

Offenbar derart, dass wir sagen können: dass 1. derselbe nicht nur eine centrale Stellung in der ganzen Reihe einnimmt (was wir aber aus der rohen arithmetischen Mittelzahl nicht ersehen können), sondern dass 2. der betreffende centralstehende Typus zugleich auch die grösste Häufigkeit aufweist; denn ist dies nicht der Fall, so kann derselbe für die betreffende Menschengruppe nicht als charakteristisch angesehen werden (aber auch hierüber kann uns die rohe arithmetische Mittelzahl gar keinen Aufschluss geben); 3. dass derselbe so beschaffen sei, dass wir aus ihm einen möglichst sicheren Schluss in Bezug auf die übrigen Einzeltypen (Uebergangs-, Variationscombinationen) ziehen können. — Denn, kann der betreffende Typus diesen Bedingungen nicht entsprechen, so sind wir auch nicht im stande, uns einen richtigen Ueberblick von den immer vorhandenen verschiedenen Variationen für die betreffende Menschengruppe zu verschaffen; und für uns ist nicht nur das nötig zu wissen, dass innerhalb der betreffenden Menschen-  
gruppe eine gewisse Combination der Charaktere am häufigsten vorkommt, wir müssen auch das kennen, wie diese sich zu den übrigen verhält.

Dass auch hierüber die arithmetische Mittelzahl uns nichts verraten kann, braucht nicht weiter bewiesen zu werden. Es ist ja doch leicht einzusehen, dass zufällig mehrere Variationsreihen dieselbe arithmetische Mittelzahl aufweisen, wo das mathematische Verhältniss zu den übrigen Wertgrössen der Glieder „toto coelo“ verschiedenartig ausfällt, wie dies uns die fünf Reihen (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*) bewiesen haben. Aber wenn wir von den Erfahrungen dieser fünf Reihen ausgehen, so müssen wir zu dem Schlusse kommen: dass „ceteris paribus“ bei jener

Reihe die mittelstehende Wertgrösse im allgemeinen einen solchen Rückschluss zulässt, wo der Oscillationsexponent möglichst klein ist. Ist seine Wertgrösse  $= 0$ , so muss ein jedes einzelne Glied der Reihe von derselben Wertgrösse (Kategorie der Wertgrösse) sein, wie dies die Reihe *a* beweist; in diesem Falle kann aber von Variationen der Wertgrössen nicht die Rede sein. — Eine solche Reihe ist eben keine Variationsreihe. Bei Schädelserien haben wir es aber immer mit Variationen der Wertgrössen zu thun, weshalb der Oscillationsexponent immer grösser sein muss als Null. Jemehr sich die Wertgrösse des Oscillationsexponent der Null nähert, um so regelmässiger (gesetzmässiger) muss auch die betreffende Variationsreihe beschaffen sein, wie dies die Reihe *c* mit  $Oe = 0.72$  beweist. — Variationsreihen mit einem Oscillationsexponenten von mehreren Einheiten der Wertgrösse können nicht so beschaffen sein, dass sie der Gesetzmässigkeit der sogenannten zufälligen Erscheinungen entsprächen (siehe die Reihe *d* mit  $Oe = 6.72$  und *e* mit  $Oe = 20.00$ ). Nun ziehen wir die Kollmann'sche Schädelserie in Betracht. Hier ist für den Gesichtsinde  $Oe = 6.90$  (also um  $0.18$  noch grösser als bei der Reihe *d*  $= 6.72$ ), hingegen für den Cephalindex  $Oe = 4.48$ . Aus diesen, die Einheit mehrmals übertreffenden  $Oe$  müssen wir den Schluss ziehen, dass diese „ausgewählte“ Schädelserie sich zur Typenaufstellung nicht eignet, weshalb auch alle aus ihr geschöpften Speculationen als nicht wissenschaftlich begründet bezeichnet werden müssen.

Aber nicht hierauf will ich jetzt das Hauptgewicht der Erörterung legen, sondern darauf — und ich kann die grosse Bedeutung nicht genug hervorheben: *dass bei einer und derselben Schädelserie der charakteristische Typus in Bezug auf die einzelnen geometrischen Verhältnisse der Schädelform nicht gleichmässig, d. h. nicht mit derselben Wahrscheinlichkeit nachgewiesen werden kann.* So z. B. ist die Kollmann'sche Schädelserie behufs Aufstellung eines charakteristischen Typus für den Gesichtsinde viel weniger geeignet, als für denjenigen des Cephalindex, da der Oscillationsexponent des ersteren um  $2.42$  Einheiten grösser ist, als derjenige des zweiten, was hier als ein sehr grosser Unterschied angesehen werden muss. *Es ist also hier viel weniger Wahrscheinlichkeit vorhanden, für die Variationen des Ge-*

*sichtsindex eine solche Gesetzmässigkeit nachweisen zu können, wie dies für diejenigen des Cephalindex möglich ist. Herr Kollmann hat aber eben wegen seiner neuen Kategorieen der sogen. Chamae- und Leptoprosopie (richtig: Tapino- und Hypsiprosopie) diese 69 Schädel aus den Ländern Europas ausgewählt! Wir können uns also schon aus der Verschiedenheit der Schwankungen dieser zwei Indices die Ueberzeugung verschaffen, dass auch in Bezug auf die anderen geometrischen Verhältnisse nie unbedingt die gleichen Variationen vorhanden sein werden und demzufolge mannigfaltige Unterschiede hierin obwalten können. Wenn aber dies der Fall ist, so muss es doch einleuchtend sein, dass weder eine gewisse Summe von Schädeln, noch weniger aber ein gewisser specieller Schädel für die Gesamtheit der Schädelformen einer Menschengruppe nach jeder Richtung hin ein gleichmässiges Prototyp darstellen kann; weshalb wir genötigt sind, möglichst viele Variationen zu untersuchen, um den charakteristischen Typus für alle wichtigen geometrischen Eigenschaften der Schädelform mehr gleichmässig, d. h. mit mehr ähnlicher Wahrscheinlichkeit nachweisen zu können.*

Aus dem über die Bedeutung des Oscillationsexponenten gesagten geht also hervor, dass weil dieser bei den Variationen des Gesichtssindex eine bedeutendere Wertgrösse erreicht, man eine grössere Serie nötig hätte, um die Gesetzmässigkeit mit demselben Grade der Wahrscheinlichkeit bestimmen zu können — als dies für die Variationen des Cephalindex nötig ist. — Wir haben auch hierin einen weiteren Beweis davon, dass der Gesichtsschädel viel grösseren Variationen unterworfen sein muss, als der Hirnschädel; wie ich dies schon im ersten Aufsatz bei der Besprechung der 9 Kategorieen des Cephalindex hervorgehoben habe. Ich meine, wenn es jetzt überhaupt nötig wäre, die Typenkategorieen zu detaillieren, die 9 Kategorieen für den Gesichtsschädel viel nötiger wären, als für den Hirnschädel. — (Für den jetzigen Anfang muss es aber viel logischer, d. h. zweckmässiger erscheinen, wenn wir für jedweden Index einzig allein nur die drei Hauptkategorieen unterscheiden und eine weitere Detaillierung erst dann vornehmen, wenn über die Typen präcisere Kenntnisse schon erworben worden sind.)



Wie wir uns aus den hier angeführten Beispielen überzeugen konnten, besitzen wir im Oscillationsexponent ein Hilfsmittel, welches uns in Bezug auf die Beschaffenheit der Variationsreihen zu gewissen allgemeinen Schlüssen befähigt. Fragen wir nun, wie weit wir mittels des Oscillationsexponenten die Analyse der Variationsreihe ausführen können?

Um hierauf eine präzise Antwort geben zu können, müssen wir von solchen Variationsreihen ausgehen, welche unmittelbar unter einander zu vergleichen sind, nämlich: von solchen, die aus derselben Anzahl von Gliedern (Kategorien der Wertgrössen) zusammengesetzt sind und die ausserdem dieselbe Wertgrösse der arithmetischen Mittelzahl aufweisen, wie ich demonstrationshalber fünf solche Zahlreihen hier angeführt habe.

Wenn wir diese fünf ( $a, b, c, d, e$ ) Reihen uns genauer ansehen und dieselben sowohl auf ihre einzelnen Glieder, wie auch auf ihre Oscillationsexponenten unter einander vergleichen, so bemerken wir, worauf uns die nebenstehende Tabelle schon auf den ersten Blick aufmerksam machen kann, folgendes:

Dass die Wertgrösse des Oscillations-exponenten um so kleiner ist, je geringer die Summe der Differenzen der Wertgrössen der einzelnen Glieder von der arithmetischen Mittelzahl ist. Was bedeutet aber dies? Im allgemeinen kann

$a$	$\delta = 0$ 20	$\delta = 0$ 20	$\delta = 0$ 20	$\delta = 0$ 20	$\delta = 0$ 20	$\delta = 0$ 20	$\delta = 0$ 20	$\delta = 0$ 20	$M_{O_2} = 20.000$
$b$	$\delta = -1$ 19	$\delta = -1$ 19	$\delta = -1$ 19	$\delta = -1$ 19	$\delta = 0$ 20	$\delta = +1$ 21	$\delta = +1$ 21	$\delta = +1$ 21	$M_{O_2} = 20.090$
$c$	$\delta = -2$ 18	$\delta = -1$ 19	$\delta = -1$ 19	$\delta = 0$ 20	$\delta = 0$ 20	$\delta = 0$ 20	$\delta = +1$ 21	$\delta = +2$ 22	$M_{O_2} = 20.073$
$d$	$\delta = -19$ 1	$\delta = -18$ 2	$\delta = +1$ 21	$\delta = +3$ 23	$\delta = +3$ 23	$\delta = +3$ 23	$\delta = +5$ 25	$\delta = +9$ 29	$M_{O_2} = 20.673$
$e$	$\delta = -18$ 2	$\delta = -18$ 2	$\delta = -16$ 4	$\delta = -14$ 6	$\delta = -12$ 8	$\delta = -10$ 10	$\delta = -8$ 12	$\delta = +40$ 60	$M_{O_2} = 20.2000$

dies nur so viel bedeuten, dass die einzelnen Wertgrößen der Reihe mehr homogen sind.

Betrachten wir einerseits die Reihen:  $b$  mit  $Oe = 0.90$  und  $c$  mit  $Oe = 0.72$ , und die Reihen:  $d$  mit  $Oe = 6.72$  und  $e$  mit  $Oe = 20.00$ , so wird man finden, dass die zwei letzteren eine viel weniger homogene Gliederung aufweisen, als die zwei ersteren; ferner bemerken wir, dass in der Reihe  $e$  (wo  $Oe$  die bedeutendste Wertgrösse aufweist) mit Ausnahme der zwei ersten, sowie der Glieder Nr. 6 und 7 nämlich  $= 2, 2, 10, 10$ , alle übrigen von einander verschieden sind, somit unter den 11 Gliedern 9 verschiedene Wertgrößen vorkommen. Hingegen in der Reihe  $d$  (wo  $Oe$  viel kleiner ist) unter den 11 Gliedern nur 7 verschiedene Wertgrößen vorkommen (somit drei Wertgrößen sich wiederholen müssen: 21, 21, 23, 23, 23, 25, 25).

Nun könnte man sehr leicht den voreiligen Schluss ziehen, dass man bei Vergleichen an der Wertgrösse des Oscillationsexponenten bestimmt ersehen könnte, wann die Reihe aus mehr homogenen und wann sie aus mehr heterogenen Gliedern zusammengesetzt sein muss. Dass dem aber nicht so ist, davon überzeugen wir uns, wenn wir die Reihe  $b$  und  $c$  mit einander vergleichen. Bei  $b$  ist  $Oe$  grösser ( $0.90$ ) als bei  $c$  ( $Oe = 0.72$ ) und dennoch ist die Reihe  $b$  mehr homogen (unter 11 Gliedern kommen nur 3 verschiedene Wertgrößen  $= 19, 20, 21$  vor) als die Reihe  $c$ , wo die 11 Glieder schon 5 verschiedene Wertgrößen repräsentieren (18, 19, 20, 21, 22). Wie wir also sehen, ist das Problem viel complicierter, als es auf den ersten Augenblick erscheint. Wir müssen demzufolge einsehen, dass die durch den Oscillationsexponent schon etwas präcisierte arithmetische Mittelzahl noch immer nicht genügen kann; da der Oscillationsexponent uns über die feineren Einzelheiten (Charaktere) der Reihen gar keinen Aufschluss zu geben vermag und folglich uns über das nähere Verhältnis der arithmetischen Mittelzahl zu den einzelnen Gliedern der Reihe nicht genügend belehren kann. Dass also das Problem der Variationsreihen nicht so einfach sein kann, geht schon aus der einfachen Vergleichung der Reihe  $b$  und  $c$  hervor.

Da wir hier die Variationsreihen nur in Bezug auf den Nachweis der Gesetzmässigkeit der zufälligen Erscheinungen in Betracht zu ziehen

haben, so müssen wir von einem weiteren theoretischen mathematischen Studium der Variationsreihen absehen und die Frage der Analyse der Schädelserien nur in Bezug auf die Nachweisbarkeit der Gesetzmässigkeit weiter prüfen.

Wir müssen hier nochmals auf die drei Hauptmomente der Gesetzmässigkeit der zufälligen Erscheinungen zurückkehren.

Um die Gesetzmässigkeit der Variationsreihen (z. B. der Schädelserien) nachweisen zu können, müssen dieselben folgendermaassen beschaffen sein: 1. dass eine gewisse Wertgrösse eine centrale Stellung habe, von welcher nach links (—) und nach rechts (+) die zwei Hälften der Reihe aus symmetrisch angeordneten Gliedern besteht, so dass die Summe der Differenzen linkerseits mit der Summe der Differenzen rechterseits gleich ist, d. h. dass beiderseitige Differenzen sich gegenseitig ganz aufheben (auf Null reducieren); 2. dass alle Wertgrössen (Glieder) sich zwischen zwei Endwerten (Grenzen) bewegen, die sie nicht überschreiten; und 3. dass diejenigen Wertgrössen (Glieder), die von der centralstehenden eine geringere Abweichung (geringere Differenz) aufweisen, viel häufiger vertreten sein müssen, als die Wertgrössen (Glieder) von grösserer Differenz.

Um nun ermitteln zu können, in wiefern irgend eine Variationsreihe (Schädelserie) diesen Bedingungen genügen kann, müssen wir zunächst prüfen: in wiefern die arithmetische Mittelzahl einer centralen Wertgrösse entspricht. Der Oscillationsexponent kann, wie wir gesehen haben, uns hierüber nur im allgemeinen orientieren. Die Unsicherheit des Oscillationsexponenten beruht nämlich auf demselben Moment, wie diejenige der arithmetischen Mittelzahl (denn auch er ist an und für sich nur eine rohe arithmetische Mittelzahl). Ebenso, wie die arithmetische Mittelzahl ( $M$ ) uns keine Aufklärung über das gegenseitige Grössen- und Zahl- (Häufigkeits-)verhältnis der einzelnen Glieder verschaffen kann, so vermag auch der Oscillationsexponent ( $Oc$ ) uns nicht darüber aufzuklären, in welchem Grössen- und Zahl- (Häufigkeits-)verhältnis die einzelnen Differenzen der Wertgrössen zu einander stehen — und dies letztere ist es eben, was wir behufs eines Nachweises der Gesetzmässigkeit hier erfahren müssen. — Diese Frage löst die Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Die auf die Methode der kleinsten Quadrate sich stützende Wahrscheinlichkeitsrechnung liefert den Beweis: dass ebenso wie für eine Variationsreihe, die aus zwei ganz symmetrisch angeordneten Hälften der einzelnen Wertgrössen (Glieder, Kategorieen der Wertgrösse) zusammengesetzt ist, eine bestimmte centralstehende Wertgrösse (wahrer Mittelwert) vorhanden sein muss, ebenso eine solche centralstehende Wertgrösse auch in Bezug auf die einzelnen Differenzen (Abweichungen) jener einzelnen Wertgrössen vorhanden sein muss. Es müssen demzufolge jene Wertgrössen der Differenzen (Abweichungen), welche kleiner sind als die centralstehende Wertgrösse der Differenzen, ebenso zahlreich (häufig) sein als die, welche grösser sind. Wollen wir diese centralstehende Wertgrösse der Differenzen (Abweichungen), welche in der Mathematik den Namen: „wahrscheinlicher Fehler“ führt<sup>1)</sup> und welche wir für die Variationsreihen der Schädelserien, nach Lexis, als die *wahrscheinliche Abweichung* bezeichnen. Die grosse Bedeutung der wahrscheinlichen Abweichung für eine Variationsreihe besteht darin, dass man 1 gegen 1 wetten kann: dass es gleich wahrscheinlich sei, dass ihre Wertgrösse ebenso oft nicht erreicht wird, als sie überschritten wird; und dass, wenn man sie zur Wertgrösse der arithmetischen Mittelzahl hinzuaddiert und von ihr subtrahiert, hierdurch jene zwei Grenzen bestimmt werden können, innerhalb welcher die Hälfte der Summe aller einzelnen Differenzen der Wertgrössen (der Glieder, Kategorieen der Wertgrössen) vorkommt  $\left(\frac{\sum \delta}{2}\right)$ , so dass die andere Hälfte der Differenzen ausserhalb dieser Grenzen in der Variationsreihe verteilt ist.

---

<sup>1)</sup> Der Name „wahrscheinlicher Fehler“ in der Mathematik stammt von den astronomischen Messungen. Wird irgend eine astronomische Messung ausgeführt und diese Messung der Reihe nach wiederholt, so ergeben sich immer Differenzen in den Messungsergebnissen. Man führt sie auf die accidentellen Fehler der Messungen zurück, die, wie genau auch das Messungsinstrument und wie geschickt auch die messende Person sei, unvermeidlich sind. Bei den astronomischen Messungen hat sich die höchst wichtige Thatsache ergeben, dass bei Wiederholungen der Messung die kleineren Differenzen (d. h. Fehler) in den Messungsergebnissen viel häufiger sind als die grösseren, und dass diese Differenzen (also Fehler) immer zwischen gewissen Grenzen sich bewegen.

Da die wahrscheinliche Abweichung sich auf die Variationen der Differenzen der Wertgrößen bezieht, so muss dieselbe mit diesen in Verbindung stehen. Auf die mathematische Ausarbeitung dieses Problems kann ich hier nicht weiter eingehen <sup>1)</sup>, und da es sich hier nur um die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung handeln kann, so wird es genügen, wenn ich die zwei Formeln der Berechnung der *wahrscheinlichen Abweichung* („wahrscheinlicher Fehler“ in der Mathematik. „Oscillationsindex“ nach Stieda) hier anführe: 1.  $r_1 = 0.8453 \frac{\sum \delta}{N}$  und 2.  $r_2 = 0.6745 \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{N-1}}$ . Wie wir bemerken können, ist die wahrscheinliche Abweichung ( $r$ ) nichts anderes, als ein präcisierter Oscillationsexponent (siehe die erste Formel).

Die praktische Ausführung der Berechnung der wahrscheinlichen Abweichung einer Variationsreihe ist höchst einfach; denn laut der ersten Formel muss man nichts anderes thun, als die arithmetische Mittelzahl der Differenzen bestimmen  $\left(\frac{\sum \delta}{N}\right)$  und dieselbe constant mit 0.8453 multiplicieren, oder nach der zweiten Formel muss die Quadratwurzel des Quotienten aus der Summe der Quadrate der Differenzen geteilt durch die um 1 verminderte Anzahl der Glieder mit 0.6745 multipliciert werden. Um den ganzen weiteren Gang der Analyse der Variationsreihen leichter verständlich zu machen, werde ich hier die Zahlenreihen  $c$ ,  $d$ ,  $e$  zum Beispiel der Erörterung wählen.

#### Die systematische Untersuchung der einfachen Variationsreihen.

Bisher haben wir das bekannte und allgemein übliche Verfahren bei Zahlenreihen, nämlich: die Bestimmung der arithmetischen Mittelzahl  $\left(\frac{\sum}{N}\right)$  und des Oscillationsexponenten  $\left(\frac{\sum \delta}{N}\right)$  besprochen, nun werden

<sup>1)</sup> In Bezug auf die Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihrer Anwendung möge der hierfür sich interessierende Kraniolog folgende Werke studieren: 1. Dr. A. Meyer, „Vorlesungen über die Wahrscheinlichkeitsrechnung etc.“ Leipzig 1879. 2. Ferrero Hannibal, „Esposizione del metodo dei minimi quadrati“. Firenze 1876. 3. W. Chauvenet, „A Manual of spherical and practical Astronomy. II. Vol. Philadelphia 1876.

wir uns mit der weiteren Analyse der Variationsreihen näher beschäftigen.

Nachdem wir die arithmetische Mittelzahl bestimmt haben, müssen wir die einzelnen Wertgrößen der Glieder in einer convergierenden Reihe zusammenstellen, so dass die Differenzen gegen die Mitte zu immer abnehmen und gegen die endstehenden Glieder immer zunehmen, wie ich dies in der folgenden Tabelle für die Reihen:  $c$ ,  $d$ ,  $e$  ausgeführt habe.

Zahlreihen	Wertgrösse und Häufigkeit der Glieder	Arith- metisches Mittel	Differenzen der Glieder	Quadrate dieser Differenzen	
$c$	18 (1mal)	20	$2 \times 1 = 2$	$2^2 \times 1 = 4$	$\Sigma \delta = 8, \frac{\Sigma \delta}{N} = \frac{8}{11} = 0.72$
	19 (2mal)	"	$1 \times 2 = 2$	$1^2 \times 2 = 2$	$r = 0.8453 \frac{\Sigma \delta}{n}$
	20 (5mal)	"	$0 \times 5 = 0$	$0^2 \times 5 = 0$	$r_1 = 0.8453 \times 0.72 = 0.61$
	21 (2mal)	"	$1 \times 2 = 2$	$1^2 \times 2 = 2$	$\Sigma \delta^2 = 12, \sqrt{\frac{\Sigma \delta^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{12}{11-1}}$
	22 (1mal)	"	$2 \times 1 = 2$	$2^2 \times 1 = 4$	$= \sqrt{\frac{12}{10}} = \sqrt{1.2} = 1.10$
					$r_2 = 0.6745 \times 1.10 = 0.74$
	$N = 11$	$M = 20$	$\Sigma \delta = 8$	$\Sigma \delta^2 = 12$	$\text{Diff. } r_2 - r_1 = 0.13$

$d$	1 (1mal)	"	$19 \times 1 = 19$	$19^2 \times 1 = 361$	$\Sigma \delta = 74, \frac{\Sigma \delta}{N} = \frac{74}{11} = 6.72$
	2 (1mal)	"	$18 \times 1 = 18$	$18^2 \times 1 = 324$	$r = 0.8453 \times 6.72$
	21 (2mal)	"	$1 \times 2 = 2$	$1^2 \times 2 = 2$	$r_1 = 5.68$
	23 (3mal)	"	$3 \times 3 = 9$	$3^2 \times 3 = 27$	$\Sigma \delta^2 = 894, \sqrt{\frac{\Sigma \delta^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{894}{10}}$
	25 (2mal)	"	$5 \times 2 = 10$	$5^2 \times 2 = 50$	$= \sqrt{89.4} = 9.46$
	27 (1mal)	"	$7 \times 1 = 7$	$7^2 \times 1 = 49$	$r_2 = 0.6745 \times 9.46 = 6.38$
	29 (1mal)	"	$9 \times 1 = 9$	$9^2 \times 1 = 81$	
	$N = 11$	$M = 20$	$\Sigma \delta = 74$	$\Sigma \delta^2 = 894$	$\text{Diff. } r_2 - r_1 = 0.30$

Zahlenreihen	Wertgrösse und Häufigkeit der Glieder	Arithmetisches Mittel	Differenzen der Glieder	Quadrate dieser Differenzen	
e	2 (2mal)	„	$18 \times 2 = 36$	$18^2 \times 2 = 324$	$\Sigma \delta = 220, \frac{\Sigma \delta}{N} = \frac{220}{11} = 20$
	4 (1mal)	„	$16 \times 1 = 16$	$16^2 \times 1 = 255$	
	6 (1mal)	„	$14 \times 1 = 14$	$14^2 \times 1 = 196$	$r = 0.8453 \times 20$
	8 (1mal)	„	$12 \times 1 = 12$	$12^2 \times 1 = 144$	
	10 (2mal)	„	$10 \times 2 = 20$	$10^2 \times 2 = 200$	$r_1 = 16.91$
	12 (1mal)	„	$8 \times 1 = 8$	$8^2 \times 1 = 64$	
	16 (1mal)	„	$4 \times 1 = 4$	$4^2 \times 1 = 16$	$\Sigma \delta^2 = 7700, \sqrt{\frac{\Sigma \delta^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{7700}{10}} = 27.75$
	60 (1mal)	„	$40 \times 1 = 40$	$40^2 \times 1 = 1600$	
	90 (1mal)	„	$70 \times 1 = 70$	$70^2 \times 1 = 4900$	$r_2 = 0.6745 \times 27.75 = 18.72$
	$N = 11$	$M = 20$	$\Sigma \delta = 220$	$\Sigma \delta^2 = 7700$	$\text{Diff. } r_2 - r_1 = 1.81$

Wenn wir die Wertgrössen der wahrscheinlichen Abweichung von diesen drei Zahlenreihen zum Ausgangspunkt der weiteren Forschung wählen — weshalb ich hier zur bequemerem Uebersicht noch die folgende kleine Tabelle zusammengestellt habe —, so können wir in der Analyse Schritt für Schritt weiter vordringen, wobei sich folgende Resultate herausstellen:

bei c	$MOe = 20.0^{72}$	$r_1 = 0.61$	$r_2 = 0.74$	(Diff. $r_2 - r_1 = 0.13$ )
„ d	$MOe = 20.6^{72}$	$r_1 = 5.68$	$r_2 = 6.38$	(Diff. $r_2 - r_1 = 0.30$ )
„ e	$MOe = 20.20^{00}$	$r_1 = 16.91$	$r_2 = 18.72$	(Diff. $r_2 - r_1 = 1.81$ )

1. Wie im voraus zu erwarten war, verhält sich die Wertgrösse von  $r$  — sowohl nach der einen ( $r_1$ ) wie nach der anderen Formel ( $r_2$ ) berechnet — in geradem Verhältnis zur Wertgrösse des Oscillations-exponenten ( $Oe = \frac{\Sigma \delta}{N} =$  arithmetische Mittelzahl der Differenzen), d. h. sie nimmt mit dieser gleichsinnig zu und ab.

2. Da aber bei allen Variationsreihen es sich um den Nachweis einer centralen Wertgrösse (wahren Mittelwert) handelt, um welche herum links (die kleineren) und rechts (die grösseren) Wertgrössen ganz symmetrisch angeordnet sein müssen (denn sonst könnte die Gesetzmässigkeit der Variation überhaupt nicht nachgewiesen werden).

und weil in Bezug auf diese centrale Wertgrösse man im voraus nicht wissen kann, in wiefern ihr die Wertgrösse der „arithmetischen Mittelzahl“ entspricht, so musste zunächst eine solche Verhältniszahl gefunden werden, welche uns wenigstens im groben hierüber Aufschluss giebt — und dies war der Oscillationsexponent. Durch die Wertgrösse des  $Oe$  kann man, wie ich bereits erwähnte, im allgemeinen sofort erfahren, ob die einzelnen Wertgrössen der Glieder von der arithmetischen Mittelzahl eine grössere oder kleinere Regelmässigkeit der Verschiedenheit (Differenz) aufweisen; was am einfachsten bei solchen Variationsreihen zu erkennen ist, wo zufällig sowohl die Anzahl der Glieder wie auch die arithmetische Mittelzahl eine gemeinschaftliche ist (wie z. B. bei  $c$ ,  $d$ ,  $e$  sind:  $N=11$  und  $M=20$  gemeinschaftlich). Vergleichen wir diese Reihen mit einander, so sehen wir: dass in dem Verhältnis, wie die einzelnen Wertgrössen mehr symmetrisch um die arithmetische Mittelzahl gruppiert sind, auch der  $Oe$  eine geringere Wertgrösse aufweist (bei Reihe  $b$  und  $c$ ) und umgekehrt: je asymmetrischer die Anordnung der einzelnen Wertgrössen der Reihe ist, um so grösser auch der  $Oe$  werden muss (bei  $d$  und  $e$ ).

3. Da der Oscillationsexponent aber auch nur eine arithmetische Mittelzahl (der Differenzen der Wertgrössen der Glieder) darstellt, so musste auch dieser präcisirt werden, und dies geschah durch die Präcisionszahl 0.8453 nach der ersten Formel  $=r_1$  (zunächst abgeleitet von der Formel:  $\eta = \frac{r}{\varrho \sqrt{\pi}}$ ,  $r = 5.8453 \eta$ ) oder durch die Präcisionszahl 0.6745 nach der zweiten Formel  $r_2$  (abgeleitet von der Formel  $r = \varepsilon \cdot \varrho \sqrt{2} = 6745 \varepsilon$ ). Indem man also den Oscillationsexponenten  $\left(\frac{\sum \delta}{N}\right)$  mit 0.8453 oder die Quadratwurzel von der Summe der Quadrate der Differenzen geteilt durch die um eine Einheit verminderte Anzahl der Glieder  $\left(\sqrt{\frac{\sum \delta^2}{N-1}}\right)$  mit der Präcisionszahl: 0.6745 multipliciert, bekommt man eine solche Wertgrösse der Differenzen der Wertgrössen der Glieder, welche eine centrale Stellung unter diesen Differenzen einnimmt; da dieselbe von den übrigen Differenzen mit derselben Wahrscheinlichkeit an Wertgrösse ebenso überflügelt wird, als sie nicht



erreicht wird, und so kann sie ganz richtig die wahrscheinliche Abweichung ( $r$ ) genannt werden. Da aber nach einem Lehrsatz der Theorie der kleinsten Quadrate  $r$  (wahrscheinliche Abweichung - Fehler) im umgekehrten Verhältnis zu seiner Präcision steht („l'errore probabile è in ragione inversa della precisione“. Ferrero, a. a. O. p. 54), so ist es klar, dass, je geringer die Wertgrösse von  $r$  ist, mit um so grösserer Bestimmtheit (Wahrscheinlichkeit) auch die Gesetzmässigkeit der betreffenden Variationsreihe nachweisbar sein muss, d. h. um so mehr symmetrisch müssen die Glieder um die centrale Wertgrösse (die bisher aber noch immer nicht näher bestimmt wurde) angeordnet sein, und folglich muss auch die arithmetische Mittelzahl einer solchen Reihe umsomehr sich dieser gesuchten centralstehenden Wertgrösse annähern, und „vice versa“. Dem soeben Gesagten zufolge müssen wir also z. B. der arithmetischen Mittelzahl der Reihe  $c$ , wo  $r_1 = 0.61$ , oder  $r_2 = 0.74$  ist, einen viel grösseren Wert (Gewicht) der Beweiskraft für die Gesetzmässigkeit der Variationen zuschreiben als bei der Reihe  $d$ , wo  $r_1 = 5.68$  oder  $r_2 = 6.38$  ist, oder aber bei der Reihe  $e$ , wo  $r_1 = 16.91$ ,  $r_2 = 18.72$  ist. *Wie wir also sehen, kann eine und dieselbe Wertgrösse der arithmetischen Mittelzahl eine ganz verschiedene Beweiskraft für die Gesetzmässigkeit der Variationen besitzen und diese ihre Beweiskraft ist an der Wertgrösse der wahrscheinlichen Abweichung ( $r$ ) abzusehen. Es ist somit klar, dass die arithmetische Mittelzahl, von einer und derselben Wertgrösse, für die Abschätzung der Gesetzmässigkeit der Reihen gar kein constantes Gewicht haben kann, welches Gewicht nur mittels einer auf Grundlage der „wahrscheinlichen Abweichung“ berechneten Verhältniszahl ( $R$ ) bestimmt werden kann, wie wir dies weiter unten noch näher besprechen werden.*

4. Die wahrscheinliche Abweichung ( $r$ ) hat die höchst wichtige Bedeutung für die Variationsreihe, dass, wenn einerseits ihre Wertgrösse zur Wertgrösse der arithmetischen Mittelzahl hinzugesetzt wird ( $M + r$ ) und andererseits ihre Wertgrösse von derjenigen der arithmetischen Mittelzahl abgezogen wird ( $M - r$ ), wie ich dies bereits oben hervorhob — hierdurch jene zwei Grenzen der Wertgrössen bestimmt sind, innerhalb welcher die halbe Summe aller Differenzen (somit auch die

Wertgrössen aller Glieder) der betreffenden Variationsreihen fällt. Bestimmen wir diese Grenzen für die Reihen: *c*, *d*, *e*.

Für die Reihe *c* fallen diese zwei Grenzen nach der Formel:  $M - r_1$ ,  $M + r_1$  ( $20 - 0.61$  und  $20 + 0.61$ ) zwischen  $19.39$  und  $20.61$ , oder nach der Formel  $M - r_2$ ,  $M + r_2$  ( $20 - 0.74$  und  $20 + 0.74$ ) zwischen  $19.26$  bis  $20.74$ . Das Intervall ist also mittels  $r_1 = 1.22$  oder mittels  $r_2 = 1.48$  Einheiten (der Kategorien-Einheiten der Wertgrössen) gleich. Für die Reihe *d* mittels  $r_1$  ( $20 - 5.68$  und  $20 + 5.68$ )  $= 14.32 - 25.68$  oder mittels  $r_2$  ( $20 - 6.38$  und  $20 + 6.38$ )  $= 13.62 - 26.38$ ; somit ist das Intervall hier  $= 11.36$  Einheiten (mittels  $r_1$ ) oder  $12.76$  Einheiten (mittels  $r_2$ ) gleich. Für die Reihe *e* mittels  $r_1$  ( $20 - 16.91$  und  $20 + 16.91$ )  $= 3.09 - 36.91$ , d. h. das Intervall  $= 33.82$  Einheiten, oder mittels  $r_2$  ( $20 - 18.72$  und  $20 + 18.72$ )  $= 1.28 - 38.72$ , d. h. das Intervall  $= 37.44$  Einheiten gleich.

Die Bestimmung dieser Grenzen ist für die Beschaffenheit der betreffenden Variationsreihen von der grössten Wichtigkeit, weshalb wir hierüber noch weitere Betrachtungen machen müssen. Worin liegt diese Wichtigkeit? Wie wir wissen, kann die Gesetzmässigkeit nur bei solchen Variationsreihen mit grosser Wahrscheinlichkeit nachgewiesen werden, wo die einzelnen Wertgrössen (Glieder) um eine centrale Wertgrösse symmetrisch angeordnet sind, in welchen Reihen diejenigen Wertgrössen (Glieder), welche von der arithmetischen Mittelzahl kleinere Differenzen (Abweichungen) aufweisen, viel häufiger vorkommen, als diejenigen mit grösseren Differenzen. Nun, zwischen den mittels  $M - r$  und  $M + r$  bestimmten Grenzen müssen nicht nur alle Wertgrössen mit geringeren Differenzen fallen, sondern überhaupt die Hälfte aller Wertgrössen (Glieder) der ganzen Reihe. Und dies von einer Variationsreihe zu wissen, ist um so wichtiger, weil wir nur hierdurch erfahren können, inwiefern dieselbe zu wissenschaftlichen Schlussziehungen geeignet ist. *Es ist klar, dass je geringer das Intervall zwischen diesen beiden Grenzen ist, die betreffende Variationsreihe auch um so geeigneter zum Nachweis einer Gesetzmässigkeit sein muss, da wir aus der Zahlengrösse der zwischen diesen Grenzen vorkommenden Wertgrössen (Glieder) uns ein klares Bild von der ganzen Reihe verschaffen können, da vor der einen ( $M - r$ ) und*

nach der anderen ( $M+r$ ) Grenze je  $\frac{1}{4}$  der gesamten Wertgrößen der Reihe fallen muss. Man kann also die gesamten Wertgrößen (Glieder, Kategorien der Wertgrößen) einer Variationsreihe in drei Gruppen: in eine centrale oder mittelstehende und in zwei endstehende Gruppen einteilen. Die Summe aller Wertgrößen (Glieder) der Reihe ist zwischen den drei Gruppen folgendermaassen verteilt. Auf die zwei endstehenden (links- und rechtsseitigen) Gruppen fällt die eine — und auf die centrale Gruppe fällt die andere Hälfte der Summe der Wertgrößen. ( $\frac{1}{4}$  der Summe enthält die links endstehende Gruppe bis  $M-r$ ,  $\frac{2}{4}$  der Summe enthält die centrale Gruppe zwischen  $M-r$  und  $M+r$ , das letzte  $\frac{1}{4}$  der Summe enthält die rechts endstehende Gruppe von  $M+r$  angefangen:  $\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4} =$  die ganze Summe  $=1$ ). Dies entspricht auch der logischen Dreiteilung der Reihen — wie ich dies bereits im ersten Aufsatz (s. diese Monatsschrift. Bd. X. Heft 9) hervorgehoben habe. Wie ich bereits dort erwähnte, müssen die Glieder (Wertgrößen) einer jeden Reihe (z. B. einer Schädelserie) in drei Gruppen (Typen) eingeteilt werden, in zwei endstehende Gruppen und in eine mittelstehende (centrale) Gruppe. Nun wissen wir, wie die Glieder einer Variationsreihe in diesen drei Gruppen sich zu einander verhalten müssen. Wir wissen nun, dass die mittelstehende (centrale) Gruppe jedweder Variationsreihe (z. B. bei Serien von Schädeln, von Körpermessungen, Geburtsfällen, Todesfällen etc., sowie überhaupt bei allen Serien von zufälligen Erscheinungen) einerseits eine doppelt so grosse Häufigkeit der innerhalb ihrer Grenzen vorkommenden Wertgrößen (Glieder) aufweisen muss, als je eine der endstehenden Gruppen, oder was dasselbe ist: die Häufigkeit ihrer Wertgrößen muss der Häufigkeit der Wertgrößen beider endstehenden Gruppen zusammen gleich sein; und andererseits müssen die beiden endstehenden Gruppen zur mittelstehenden ganz symmetrisch angeordnet sein, d. h. es muss nicht nur der gleiche Abstand (Abweichung, Differenz) zwischen der Wertgrösse der arithmetischen Mittelzahl und der endstehenden Wertgrösse linker- und rechterseits der Reihe nach vorhanden sein, sondern es muss die Summe der Differenzen der linksseitigen Hälfte mit der Summe der rechtsseitigen ganz gleich sein, so dass folglich diese beiden Summen sich gegen-

*seitig ganz aufheben, d. h. auf Null reducieren müssen — denn nur unter diesen Bedingungen kann die arithmetische Mittelzahl einer Variationsreihe der wirklichen centralen Wertgrösse entsprechen, wie dies den Ausgangspunkt der Gauss'schen Theorie bildet.*

Können die betreffenden Variationsreihen diesen Bedingungen überhaupt nicht oder nur zum Teil genügen, so kann auch bei ihnen die Gesetzmässigkeit entweder gar nicht oder nur mit geringer Wahrscheinlichkeit nachgewiesen werden, d. h. mit anderen Worten, aus derartigen Variationsreihen (z. B. Schädelserien) kann man keine wissenschaftlich begründeten Schlüsse ziehen und dieselben zu keinerlei haltbaren Speculationen über die Typenfrage oder die sog. Kollmann'sche Rassenfrage verwenden.

Wollen wir demnach behufs eines erläuternden Beispieles die Zahlenreihen:  $c, d, e$  auf diese Momente hin prüfen. Behufs einer genaueren Uebersicht habe ich dieselben auf Seite 299 zusammengestellt.

Ein Blick genügt, um sich davon überzeugen zu können, dass den erwähnten Bedingungen allein nur die erste ( $c$ ) Zahlenreihe entspricht. Hier haben wir eine centralstehende arithmetische Mittelzahl, die von beiden endständigen Wertgrössen gleich entfernt steht, d. h. dieselbe Differenz aufweist ( $20 - 18 = 2, 22 - 20 = 2$ ); die Mittelgruppe (zwischen den Grenzen der wahrscheinlichen Abweichung  $M - r, M + r$  von unten eingeklammert) enthält zwar nicht die doppelte Häufigkeit (Anzahl) der Wertgrössen als die für sich genommene links- oder rechtsseitige endstehende Gruppe (von oben eingeklammert), da die Häufigkeit der drei Gruppen hier ein Verhältniss von 3:5:3 aufweist; links und rechts von der centralen Gruppe kommt aber die gleiche Anzahl der Glieder vor (5, 5) und die beiden endstehenden Gruppen sind symmetrisch angeordnet. Die Summe der Differenzen ist beiderseits dieselbe (linkerseits:  $\left\{ \begin{array}{ccc} -\delta=2 & -\delta=1 & -\delta=1 \\ (18) & (19) & (19) \end{array} \right. (-\Sigma\delta=4)$ ) rechterseits:  $\left\{ \begin{array}{ccc} +\delta=1 & +\delta=1 & +\delta=2 \\ (21) & (21) & (22) \end{array} \right. (+\Sigma\delta=4)$  demzufolge beide sich auf Null  $[-(\Sigma\delta)4 + (\Sigma\delta)4 = 0]$  reducieren. Bei dieser Reihe ist also die Gesetzmässigkeit mit sehr grosser Wahrscheinlich-

Reihe c:

Arith- metische Mittelzahl	Mittel- ständige- Gruppe	Endst. Gruppe
(-) Endständige- 18, 19, 19	Mittel- 20, 20	(+) Endst. Gruppe 21, 21, 22
$M - r \left\{ \begin{array}{l} 19.39, r_1 \\ 19.26, r_2 \end{array} \right\}$		$M + r \left\{ \begin{array}{l} 20.21, r_1 \\ 20.74, r_2 \end{array} \right\}$

$$\begin{aligned} M &= 20 \\ \left\{ \begin{array}{l} r_1 = 0.61 \\ r_2 = 0.79 \end{array} \right\} \end{aligned}$$

Reihe d:

Arith- metische Mittelzahl	Mittelst.- Gruppe	Endst. Gruppe
(-) Endst. Gruppe 1, 2, . . . . .	Mittelst.- 21, 21, 23, 23, 25, 25	(+) Endst. Gruppe 27, 29
$M - r \left\{ \begin{array}{l} 14.32, r_1 \\ 13.62, r_2 \end{array} \right\}$		$M + r \left\{ \begin{array}{l} 25.68, r_1 \\ 26.38, r_2 \end{array} \right\}$

$$\begin{aligned} M &= 20 \\ \left\{ \begin{array}{l} r_1 = 5.68 \\ r_2 = 6.38 \end{array} \right\} \end{aligned}$$

Reihe e:

Arith- metische Mittelzahl	Mittelständige- Gruppe	Endst. Gruppe
(-) Endst. Gruppe 2, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16 .....	Mittelständige- 2, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16	(+) Endst. Gruppe 60, 90
$M - 1 \left\{ \begin{array}{l} 3.69, r_1 \\ 1.28, r_2 \end{array} \right\}$		$M + r \left\{ \begin{array}{l} 36.91, r_1 \\ 38.72, r_2 \end{array} \right\}$

$$\begin{aligned} M &= 20 \\ \left\{ \begin{array}{l} r_1 = 16.91 \\ r_2 = 18.73 \end{array} \right\} \end{aligned}$$

keit nachweisbar. Und weil der Grad der Wahrscheinlichkeit in umgekehrtem Verhältnis zur Grösse der wahrscheinlichen Abweichung  $=r$  steht, so muss demzufolge auch die arithmetische Mittelzahl der gesuchten wahren — centralen — Wertgrösse hier sehr nahe stehen, wie wir dies im nächsten Punkte noch weiterhin sehen werden.

Bei der Zahlenreihe  $d$  kommt die arithmetische Mittelzahl gar nicht vor (ihre Stelle ist deshalb leer gelassen); die Mittelgruppe nimmt keine symmetrische Stellung ein, im linksseitigen Teil fehlen zwischen 14:32 resp. 13:62 und 20 alle Wertgrössen); die Differenz zwischen der arithmetischen Mittelzahl und den beiden entstehenden Wertgrössen ist also nicht dieselbe ( $20 - 1 = -19$  linkerseits,  $29 - 20 = +9$  rechterseits), die Summe der Differenzen links und rechts ist aber zufällig dieselbe (links:  $\left\{ \begin{array}{cc} -\delta = 19 & -\delta = 18 = -\Sigma\delta = 37 \\ (1) & (2) \end{array} \right\}$  rechts:  $\left\{ \begin{array}{cccccc} +\delta = 1 & +\delta = 1 & +\delta = 3 & +\delta = 3 & +\delta = 3 & +\delta = 5 & +\delta = 5 \\ (21) & (21) & (23) & (23) & (23) & (25) & (25) \\ +\delta = 7 & +\delta = 9 = +\Sigma\delta = 37^1) \end{array} \right\}$ ). Dieses Moment an und für sich genommen, hat keine entscheidende Bedeutung, und daher ist es allein auch kein untrügliches Zeichen der Gesetzmässigkeit; denn diesem Moment gegenüber muss die auffallende Asymmetrie hervorgehoben werden (links nur 2, rechts 9 Glieder), infolge dessen diese Reihe zum Nachweis der Gesetzmässigkeit ungeeignet sein muss. Und schon die bedeutende Wertgrösse der wahrscheinlichen Abweichung  $r$  ( $r_1 = 5.68$ ,  $r_2 = 6.38$ ) beweist, dass die arithmetische Mittelzahl (20) von der gesuchten centralstehenden Wertgrösse weit abstehen muss, was aber für die Ungeeignetheit dieser Reihe zeugt.

Endlich in der Zahlenreihe  $e$  kommt die arithmetische Mittelzahl ebenfalls nicht vor (ihre Stelle ist leer gelassen); hier ist aber das umgekehrte Verhältnis als bei der Reihe  $d$ ; da die mittelstehende Gruppe alle Glieder linkerseits in sich fasst und eigentlich sich über die erste linksseitige Wertgrösse (über das erste Glied) noch hinaus-

<sup>1)</sup> Es kann zufälligerweise die Summe der links- und rechtsseitigen Differenzen dieselbe sein, ohne dass aus diesem Momente allein auf eine Gesetzmässigkeit geschlossen werden dürfte; es müssen hier immer alle drei Momente in Betracht gezogen werden. Auch dieser Fall weist auf die Complicirtheit des Problems hin.

erstreckt, demzufolge eine linksseitige endstehende Gruppe hier gar nicht vorkommt (die nach oben eingeklammerte Stelle ist leer). Der Abstand zwischen der arithmetischen Mittelzahl und den beiden endstehenden Wertgrößen ist linker- und rechterseits sehr verschieden (links:  $20 - 2 = -18$ , rechts:  $90 - 20 = +70$ ). Die Summe der

Differenzen (linkerseits:  $\left\{ \begin{array}{cccc} -\delta = 18 & -\delta = 18 & -\delta = 16 & -\delta = 14 \\ (2) & (2) & (4) & (6) \end{array} \right.$   
 $-\delta = 12 \quad -\delta = 10 \quad -\delta = 8 \quad -\delta = 4 \quad (-\Sigma\delta = 110)$   
 $(8) \quad (10) \quad (12) \quad (6)$  } , rechterseits:  
 $\left\{ \begin{array}{cc} +\delta = 40 & +\delta = 17 \\ (60) & (90) \end{array} \right. (+\Sigma\delta = 110)$  } ) ist auch hier beiderseits gleich

und kann auch hier nicht als Argument für die Gesetzmässigkeit der Variationsreihe genommen werden, da auch hier eine enorme Asymmetrie vorherrscht. Die völlige Ungeeignetheit dieser Reihe behufs des Nachweises einer Gesetzmässigkeit ergibt sich aus der ausserordentlichen Grösse der wahrscheinlichen Abweichung ( $r_1 = 16.91$ ,  $r_2 = 18.72$  bei nur 11 Gliedern!), infolge dessen die arithmetische Mittelzahl von der wahren Mittelzahl ausserordentlich weit abstehen muss.

Aus diesen Erörterungen geht also mit Entschiedenheit hervor, dass die Gesetzmässigkeit der Variationen nur bei der Reihe  $c$  [ $r_1 = 0.61$  oder  $r_2 = 0.74$ ] mit sehr grosser Präcision nachgewiesen werden kann. hingegen bei der Reihe  $d$  (mit  $r_1 = 5.68$ ,  $r_2 = 6.38$ ) und  $e$  ( $r_1 = 16.91$ ,  $r_2 = 18.72$ ) so gut wie gar nicht nachgewiesen werden kann, wie wir dies in dem folgenden Punkte noch weiter ausführen werden.

5. Nachdem wir die wahrscheinliche Abweichung ( $r$ ) der Differenzen der einzelnen Glieder bestimmt haben, müssen wir dasselbe auch in Bezug auf die „arithmetische Mittelzahl“ der Glieder einer Variationsreihe thun; mit anderen Worten, wir müssen die „wahrscheinliche Abweichung“ der „arithmetischen Mittelzahl“ selbst bestimmen, wodurch dann die Grenzen der gesuchten „wahren Mittelzahl“ (des „wahren Mittelwertes“) der betreffenden Variationsreihe angegeben werden können.

Nach dem bereits erörterten Begriff der „wahrscheinlichen Abweichung“ muss hierunter eine solche Wertgrösse verstanden werden.

<sup>1)</sup> Da wir die wahrscheinliche Abweichung ( $r$ ) nach zwei Formeln berechnen, so müssen wir:  $r_1$  und  $r_2$  unterscheiden.

welche mit derselben Wahrscheinlichkeit übertroffen oder nicht erreicht wird, d. h. eine Wertgrösse, zu welcher die einen (die kleiner sind) und die anderen Wertgrössen (die grösser sind) ganz symmetrisch angeordnet sind<sup>1)</sup>. Wir haben schon vorhin erfahren, dass bei verschiedenen Variationsreihen, wo zufällig dieselbe Wertgrösse der arithmetischen Mittelzahl vorkommt, dieselbe nicht unbedingt die gleiche Bedeutung für die Zusammensetzung der Reihe haben kann; ihre Bedeutung (Beweiskraft) ist also — wie wir gesehen haben — gewissen Schwankungen unterworfen (z. B. bei  $c=20^{0.72}$ ,  $d=20^{6.72}$ ,  $e=20^{20}$ ). Wir fragen also, wie diese Schwankungen der Wertigkeit der „arithmetischen Mittelzahl“ für eine bestimmte Variationsreihe noch näher präcisiert werden könnte? Diese Präcision geschieht mittels der folgenden Formel:  $R = \frac{r}{\sqrt{N}}$ , d. h. in Worten: die wahrscheinliche Abweichung der arithmetischen Mittelzahl von der gesuchten ( $R$ ) „wahren — centralen — Mittelzahl“ ist gleich mit der Wertgrösse der „wahrscheinlichen Abweichung“ der Differenzen der Glieder ( $r$ ), geteilt durch die Quadratwurzel der Anzahl der Glieder ( $N$ ). Addiert und subtrahiert man die auf diese Weise bestimmte Wertgrösse  $R$  zur und von der „arithmetischen Mittelzahl“ ( $M+R$ ,  $M-R$ ), so sind hierdurch die Grenzen bestimmt, innerhalb welcher der „wahre Mittelwert“, die „centrale Zahl“ der Reihe vorkommen muss. Es ist einleuchtend, dass, je geringer die Wertgrösse von  $R$  ist, auch die Grenzen des gesuchten „wahren Mittelwertes“ viel näher zu einander fallen müssen, d. h. die „arithmetische Mittelzahl“ umsoweniger von der Wertgrösse des „wahren Mittelwertes“ verschieden sein muss, und umgekehrt. Wollen wir nun zur Probe die „wahrscheinliche Abweichung“ der „arithmetischen Mittelzahl“ für die Reihen:  $c$ ,  $d$ ,  $e$  nach der Formel:  $R = \frac{r}{\sqrt{N}}$  berechnen, um dann mittels  $M-R$  und  $M+R$  die „arithmetische“ Mittelzahl genauer zu präcisieren, d. h. die Grenzen bestimmen, innerhalb welcher der „wahre Mittelwert“ vorhanden sein muss. Diese Grenzen sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich:

<sup>1)</sup> Wir bezeichnen diejenigen Wertgrössen, welche kleiner sind als die arithmetische Mittelzahl, mit dem Minuszeichen (—), und diejenigen welche grösser sind mit dem Pluszeichen (+).





nun mit dieser *c*-Reihe die übrigen zwei Reihen (*d*, *e*), so werden wir sofort den grossen Unterschied bemerken können. In der Reihe *d* schwankt der wahre Mittelwert (die centralstehende Wertgrösse) schon zwischen vier Einheiten (die Schwankungsbreite mittels  $R_1 = 3.42$ , mittels  $R_2 = 3.86$  Einheiten), welche Schwankungsbreite bei nur 11 Glieder-Einheiten schon eine sehr bedeutende ist. Aber in der letzten Reihe (*e*) ist die Schwankungsbreite eine geradezu enorme; sie ist nach der ersten Formel ( $R_1$ ) beinahe so gross, wie die Anzahl der Glieder (11) der Reihe selbst, d. i.  $= 10.94$ , oder nach der zweiten Formel ( $R_2$ ) sogar noch etwas grösser, d. i.  $= 11.34$  Einheiten gleich. Bei solchen Reihen kann also weder aus der arithmetischen Mittelzahl, noch aus der „wahrscheinlichen Abweichung“ selbst etwas Wissenschaftliches gefolgert werden. Solche Reihen sind zur wissenschaftlichen Behandlung einfach nicht geeignet. Was könnte man mit einer Reihe anfangen, wo nicht nur die arithmetische Mittelzahl nicht vorkommt, sondern wo die „centralstehende“ Zahl innerhalb der ganzen Reihe oder sogar noch ausserhalb der Reihe gesucht werden müsste! Dass man also die Variationsreihen einzig allein auf Grundlage der arithmetischen Mittelzahl hin nur so blindlings zur Entdeckung von wissenschaftlichen Gesetzen (Kollmann's Correlationsgesetz) verwenden könnte, wie dies bisher in der Kraniologie mit höchst wenigen Ausnahmen der allgemeine Gebrauch war, muss doch endlich einmal für gänzlich unwissenschaftlich erklärt werden. Wollen wir uns merken, dass Variationsreihen, wo die Wertgrösse *r* mehr als vier Einheiten gleich ist, zu wissenschaftlichen Speculationen gänzlich untauglich sind, und schon dann, wenn *r* drei Einheiten übersteigt, müssen die wissenschaftlichen Schlüsse immer nur „cum grano salis“ genommen werden. Um bei Schädelserien innerhalb einer einzigen Menschengruppe Wertgrössen von *r* unter einer Einheit zu bekommen, müssen eventuell sehr viele und zwar eine unvergleichlich viel grössere Anzahl von Schädelexemplaren zur Untersuchung genommen werden, als man bisher im allgemeinen gewohnt war; weshalb allerlei ethnologische Speculationen, die auf Grundlage von im voraus ausgewählten und in Hinsicht auf die betreffende Menschengruppe höchst wenigen

Schädelexemplaren gemacht werden, als eine Art von Hohn auf die Wissenschaft erklärt werden müssen!

6. Da man bei Schädforschungen immer Vergleiche anstellen muss und die einzelnen zur Untersuchung gelangenden Schädelserien von ganz verschiedener mathematischer Präcision sein können, so wollen wir nun die Frage erörtern: wie man derartige Variationsreihen in Hinsicht ihrer gegenseitigen Wertigkeit (Präcision) exact vergleichen könnte? Da wir bei einer jeden Variationsreihe, deren Gesetzmässigkeit nachzuweisen ist, erforschen müssen, wie sich die Wertgrösse der arithmetischen Mittelzahl zur „wahren“ Mittelzahl (wahrer Mittelwert) verhält (siehe die Formel:  $R = \frac{r}{\sqrt{N}}$ ); so ist es klar: dass wir bei Vergleichung der einzelnen (verschiedenen) Variationsreihen unser Augenmerk hierauf richten müssen. Wir werden also die Wertgrösse  $R$  von den einzelnen Reihen mit einander vergleichen müssen.

Wie bei jedem Vergleich eine Einheit genommen werden muss, so werden wir auch hier die specielle Wertgrösse von  $R$  einer der zu vergleichenden Variationsreihen zur Vergleichseinheit auswählen müssen. Es ist dies derselbe Process, wie beim Abwägen von Körpern, die ein verschiedenes Gewicht haben. Nennen wir also auch hier diese Einheit des betreffenden Wertes:  $R$  von einer bestimmten Variationsreihe die Gewichtseinheit, mit welcher wir die Wertgrössen  $R$  der übrigen Variationsreihen wie die Gewichte abwägen wollen. Was bedeutet die Wertgrösse  $R$  als Gewicht? Da  $R$  die Grösse der Abweichung der „arithmetischen Mittelzahl“ von der „wahren Mittelzahl“ (centrale Zahl, wahrer Mittelwert) bedeutet, so ist es einleuchtend: dass, je kleiner die Wertgrösse von  $R$  ist, die „arithmetische Mittelzahl“ um so näher der „wahren Mittelzahl“ sein muss, folglich die „arithmetische Mittelzahl“ um so präciser diese ausdrückt. *In der Wertgrösse von  $R$  müssen wir die Präcision der arithmetischen Mittelzahl erblicken — wie dies bereits oben bewiesen wurde.* Nun fragen wir: wodurch kann die Präcision der arithmetischen Mittelzahl erhöht werden? Offenbar durch die Vermehrung der Anzahl der Glieder der Variationsreihe oder, was dasselbe ist, durch die Vermehrung der Einzelbeobachtungen der Variationen (eine jede Einzelbeobachtung bildet ein Glied in der

$\alpha$	$\beta$
Reihe $c$ mit 11 Gliedern: $R_2 = \frac{r^2}{\sqrt{N}} = \frac{0.74}{\sqrt{11}} = \frac{0.74}{3.3} = 0.22$	Reihe $c$ mit 44 Gliedern: $R_2 = \frac{r^2}{\sqrt{N}} = \frac{0.74}{\sqrt{44}} = \frac{0.74}{6.6} = 0.11$
$\left\{ \begin{array}{l} M - R_2 = 20 - 0.22 = 19.78 \\ M + R_2 = 20 + 0.22 = 20.22 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} M - R_2 = 20 - 0.11 = 19.89 \\ M + R_2 = 20 + 0.11 = 20.11 \end{array} \right\}$
Differenz Schwankungsbreite $= 0.44$	$= 0.22$

Variationsreihe). Zur handgreiflichen Demonstration nehmen wir die arithmetische Mittelzahl der Reihe  $c$  ( $M=20$ ) mit der Wertgrösse der Präcision  $R_2=0.22$ , wo also die wahre Mittelzahl (centrale Zahl) innerhalb  $(20 - 0.22)$  19.78 und  $(20 + 0.22)$  20.22 sich befinden muss, d. h. wo die arithmetische Mittelzahl von der wahren Mittelzahl nur um  $=0.44$  Einheiten verschieden ist. Wie wir wissen, besteht diese  $c$ -Reihe aus 11 Gliedern (Einzelzahlen); um nun den Einfluss der Vermehrung der Glieder zu sehen, wollen wir z. B. die vierfache Anzahl, d. h. 44 Glieder (Einzelzahlen) nehmen. Es wird in diesem Falle  $R_2$  folgendermaassen sich verändern. Um die Veränderung leichter zu veranschaulichen, schreiben wir den Wert von  $R_2$  für die ursprüngliche Reihe ( $c$ ) oben an, wo  $N=11$  war; die untere Reihe enthält 44 Glieder (s. nebenst. Tabelle).

Wie wir also sehen können, vermindert sich die Wertgrösse  $R_2$  mit der Zunahme der Anzahl der Glieder, d. i. der Einzelbeobachtungen, folglich nimmt die Präcision der arithmetischen Mittelzahl mit der Vermehrung der Einzelbeobachtungen zu; *wodurch die schon oft hervorgehobene grosse Wichtigkeit der Forderung: dass wir beim Studium der Variationen der Schädelform immer möglichst viele Schädelexemplare nehmen müssen — streng mathematisch bewiesen ist.* Wenn wir die Veränderung der Wertgrösse von  $R_2$  durch die Vermehrung der Anzahl der Glieder ( $N$ ) etwas genauer in Betracht ziehen, so kommen wir zu der wichtigen Thatsache: *dass, wenn wir die Präcision der arithmetischen Mittelzahl um das Doppelte erhöhen wollten, oder was dasselbe ist: wenn wir die Schwankungsbreite der „wahren Mittelzahl“ um die Hälfte vermindern wollten, wir genötigt wären, viermal so viele ( $11 \times 4 = 44$ ) Glieder zu nehmen, als ursprünglich genommen wurden.* Wie wir also sehen,

wächst die Präcision der arithmetischen Mittelzahl direct mit der Vermehrung der Anzahl der Glieder ( $N$ ). — Nun kommen wir zu dem wichtigen Lehrsatz: Die Gewichte der Variationsreihen stehen zu einander im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der „wahrscheinlichen Abweichungen“ ( $R$ ) ihrer arithmetischen Mittelzahlen. Der Beweis ist folgender. Das Gewicht ( $P$  = pondus) der ersten ( $\alpha$ ) Reihe (mit 11 Gliedern) verhält sich zum Gewicht ( $p$ ) der zweiten Reihe (mit 44 Gliedern) wie 1:4; die „wahrscheinliche Abweichung“ der arithmetischen Mittelzahl in der ersten ( $\alpha$ ) Reihe ist: ( $\alpha$ )  $R_2 = 0.22$ , das Quadrat davon  $= (0.22)^2 = 0.0484$  [ $(\alpha) R_2^2$ ], die „wahrscheinliche Abweichung“ der arithmetischen Mittelzahl in der zweiten ( $\beta$ ) Reihe ist: ( $\beta$ )  $R_2 = 0.11$ , das Quadrat davon  $= 0.0121$  [ $(\beta) R_2^2$ ]. Die Ausführung der Berechnung ist folgende:

$$\left\{ \begin{array}{l} P:p = (\beta) R_2^2 : (\alpha) R_2^2, \text{ woraus } P \propto (\alpha) R_2^2 = p \propto (\beta) R_2^2 \\ 1:4 = 0.0121:0.0484, \text{ woraus } 1 \propto 0.0484 = 4 \propto 0.0121 = 0.0484 \end{array} \right\}$$

Hat man es also mit verschiedenen Variationsreihen zu thun, die wir mit einander vergleichen wollen, so müssen wir dieselben in Hinsicht der Präcision (Beweiskraft) ihrer „arithmetischen Mittelzahlen“ ( $R$ ) einerseits und in Hinsicht auf das Gewicht dieser Präcision ( $R^2$ ) andererseits unter einander vergleichen, indem wir die einzelnen Wertgrößen von  $R$  und diejenigen von  $R^2$  bei den betreffenden Variationsreihen zu einander in das arithmetische Verhältniss bringen, was mittels der Division bewerkstelligt wird. Wir verfahren hierbei auf die Weise, dass wir zunächst für die mit einander zu vergleichenden Variationsreihen in Bezug auf die Wertgrößen von  $R$  und  $R^2$  eine Vergleichseinheit, einen Vergleichsmaassstab auswählen. Als solche Vergleichseinheit dient der grösste Wert von den in den Reihen vorkommenden  $R$ - und  $R^2$ -Größen. Bei unseren Reihen ist der grösste Wert  $R = 5.67$  und  $R^2 = 32.15$ ; diese zwei Werte (welche in der Reihe  $e$  vorkommen) bilden also die Einheiten; zu welcher man die übrigen Werte in Verhältniss bringt ( $\frac{R}{R}$  und  $\frac{R^2}{R^2}$ ). Wenn wir die Reihen  $c$ ,  $d$ ,  $e$  hiernach ordnen, bekommen wir die folgende Tabelle:

Reihe	$N$	$M$	$R$	Präcisions- verhältnis: $\frac{R}{\bar{R}}$	$R^2$	Gewichts- verhältnis: $\frac{R^2}{\bar{R}^2}$
$e$	11	10	5.67	..... 1	32.15	..... 1
$d$	11	20	1.93	$\frac{5.67}{1.93} = 2.95$	3.72	$\frac{32.15}{3.72} = 8.65$
$c$	11	20	0.22	$\frac{5.67}{0.22} = 25.77$	0.0484	$\frac{32.15}{0.0484} = 664.24$

Wie wir aus dieser Tabelle ersehen können, verhält sich die Präcision der Reihe  $e$  zu den übrigen Reihen  $d$  und  $c$  wie 1:2.95:25.77 und das Gewicht (Beweiskraft) wie 1:8.65:664.24.

Was beweisen diese Verhältniszahlen? Sie beweisen: dass, damit die Präcision der Reihe  $e$  denselben Grad erreiche, wie in der Reihe  $d$ , man anstatt 11 Glieder  $11 \times 8.65$  Glieder, d. h. 95.15 Glieder (einzelne Beobachtungen) nehmen müsste; und damit sie dieselbe Präcision wie in der Reihe  $c$  erreiche, man anstatt 11 Glieder  $11 \times 664.24$ , d. h. 7306.64 Glieder (Einzelbeobachtungen) nehmen müsste! Die Reihe  $e$  würde also erst bei 7306.64 Einzelbeobachtungen in Bezug auf die Nachweisbarkeit der Gesetzmässigkeit diejenige Beweiskraft besitzen, welche die Reihe  $c$  schon bei 11 Einzelbeobachtungen aufweist!

Wenn wir also sehen, dass schon so einfache Variationsreihen (wie:  $c$ ,  $d$ ,  $e$ ) bei gleichbleibender arithmetischer Mittelzahl eine so enorm verschiedene Beweiskraft besitzen können, wie sollte dann ein Verfahren: einfach aus den rohen arithmetischen Mittelzahlen Schlüsse zu ziehen, um die Typen für Bevölkerungen der Continente aufstellen zu können, vor dem Forum der Wissenschaft verantwortet werden können? Solche Schlüsse können ja doch nur in der völligen Unkenntnis der Thatsachen gezogen werden und können sich nur auf die Beweiskraft der Argumentation „*a nescire ad non esse*“ stützen. "

7. Nachdem wir über die Begriffe der „arithmetischen“ und der „wahren“ Mittelzahl (Mittelwert) der Variationsreihen im Reinen sind, nachdem wir das Verhältnis zwischen beiden in Bezug auf die Beweiskraft präzisiert haben und den Einfluss der Anzahl der einzelnen Wertgrössen (Glieder) auf die Präcision der arithmetischen Mittelzahl dargethan haben, so bleibt nichts anderes übrig: als die innere Be-

schaffenheit der Variationsreihen selbst, d. h. die Anordnung der Einzel-Wertgrößen (Glieder) und deren Häufigkeit (Wiederholungen der Einzel-Wertgrößen, Glieder) mittels der Wahrscheinlichkeitsrechnung näher zu bestimmen.

Ich werde diese Frage weiterhin ganz ausführlich behandeln und will deshalb zur Beleuchtung derselben hier nur die folgende Bemerkung vorausschicken.

Wie wir wissen und hier aus dem Beispiele der drei Reihen (*c*, *d*, *e*) ganz deutlich gesehen haben, können einzelne Variationsreihen auch für den Fall, dass sie dieselbe Anzahl von Gliedern und dazu noch eine gemeinschaftliche arithmetische Mittelzahl besitzen, doch sehr verschiedentlich beschaffen sein, und zwar sowohl in Bezug auf die Wertgrößen ihrer Glieder, wie auch in Bezug auf die Häufigkeit (Wiederholung der Wertgrößen) ihrer Glieder. *Nun können wir uns auch leicht vorstellen, wie mannigfaltig sich die Beschaffenheit der Variationsreihen wird gestalten können, wenn entweder die Anzahl der Glieder oder aber die arithmetische Mittelzahl nicht dieselbe ist, und in der Kraniologie haben wir es beinahe immer nur mit diesen letzteren Variationsreihen zu thun.*

(Fortsetzung folgt.)



# Ueber die Nerven der Schilddrüse.<sup>1)</sup>

## Untersuchungen

von

**Dr. C. Sacerdotti,**

Assistent am pathologischen Institut zu Turin.

(Mit Taf. XVII.)

Die Schilddrüse ist, da ihre Function sehr dunkel, in morphologischer und physiologischer Hinsicht von sehr vielen Forschern untersucht worden; aber Untersuchungen über die Verteilung ihrer Nerven sind sehr wenige gemacht worden, und alle zu einer Zeit, als die Histologie noch nicht über die feinsten und zuverlässigsten Methoden zur Untersuchung der Nerven verfügte.

Der Erste, der die Nerven der Schilddrüse beschrieb, war Poincaré<sup>2)</sup>. Da ihm die damals am meisten geschätzten Reagentien, nämlich die Ueberosmiumsäure und das Goldchlorid, schlechte Dienste geleistet hatten, indem es ihm mit ersterer nicht gelungen war, die Nervenfasern von den Bindegewebsfasern zu differenzieren und die Anwendung des letzteren eine Schwärzung des ganzen Gewebes zur Folge hatte, so nahm er seine Zuflucht zur Maceration von Schilddrüsenstücken in mit Essigsäure versetztem und leicht mit Fuchsin gefärbten Wasser. So erhielt er eine vollständige Zerstörung des Bindegewebes, eine intensiv rote Färbung der Drüsenblasen und eine ziemlich deutlich sich abhebende rosenrote Färbung der Nervenbündel. Er fand Vorhandensein von sehr zahlreichen Nerven und sah in deren Verlauf zahlreiche Ganglien von verschiedener Grösse.

<sup>1)</sup> Mitteilung der k. Akademie der Wissenschaften zu Turin. 19. Nov. 1883.

<sup>2)</sup> Poincaré, Sur l'innervation de la thyroïde. Journal de l'anatomie et de la physiologie. 1875.



Zwei Jahre darauf bestätigte Zeiss<sup>1)</sup> diese Befunde durch seine unter der Leitung Waldeyer's gemachten Untersuchungen.

Man wird sofort begreifen, dass eine solche Methode absolut keine Gewähr leisten kann dafür, dass die von Poincaré wahrgenommenen Bilder sich auf Nervenbündel beziehen; denn es könnte sich ja sehr wohl um elastische Fasern handeln, die ebenfalls der auflösenden Wirkung der Essigsäure widerstehen. Eine bessere Gewähr würde auch die Ueberosmiumsäure nicht leisten, da die marklosen Nervenfasern bekanntlich den Bindegewebsfasern sehr ähnlich sind. Dennoch beriefen sich die Forscher, die in der Folge die Schilddrüse auf ihre Innervation untersuchten, stets auf diese beiden Vorgänger.

Angeregt nun durch die glänzenden Resultate, die in diesen letzten Jahren mit der Golgi'schen Methode erhalten wurden, und nicht nur bei Untersuchung der Nervencentren, sondern auch beim Studium der Verteilung der peripherischen Nerven, und dem Rate von Herrn Professor Bizzozero folgend, bediente ich mich dieser Methode zur Untersuchung der Schilddrüse.

#### Untersuchungsmethode.

Vorausschickend, dass ich zu meinen Untersuchungen Schilddrüsen von verschiedenen Tieren benutzte und die besten Resultate bei der Schilddrüse des Hundes und des Schafes erhielt, werde ich nun mein Verfahren beschreiben. Ich entnahm die Schilddrüse den Tieren gleich nach deren Tode, und zwar auf die vorsichtigste und sorgfältigste Weise; nachdem ich sie dann durch zahlreiche quer zu ihrer Längsaxe geführte Schnitte in Stücke von etwa 4—5 mm Dicke zerlegt hatte, brachte ich sie direct in eine Mischung von Ueberosmiumsäure und Kaliumbichromat (2 Teile einer 1procentigen Ueberosmiumsäurelösung 8 Teile einer 3procentigen Lösung von Kaliumbichromat), in welcher ich sie 3—5 Tage lang liess (es war im Frühling). Hierauf wusch ich sie schnell in destilliertem Wasser und brachte sie in eine 0,75procentige Silbernitratlösung, die ich nach einer halben Stunde erneuerte, um dann die Schilddrüse beliebig lange Zeit darin zu lassen. Doch

<sup>1)</sup> O. Zeiss, Mikroskopische Untersuchungen über den Bau der Schilddrüse. Dissert. Strassburg. 1877.

erhielt ich mit dieser Methode, welche die gebräuchlichste ist, nur beschränkte Färbungen, und die Niederschläge waren in so reichlicher Menge vorhanden, dass die Untersuchung der Präparate sehr erschwert wurde. Bessere Resultate erhielt ich auch nicht mit der von Ramón y Cajal empfohlenen Methode der doppelten Imprägnation. Sehr diffuse und zarte Färbungen, bei sehr spärlichen Niederschlägen, erhielt ich dagegen, als ich folgende Modification vornahm, die mir Herr Professor Golgi mündlich anempfohlen hatte, und dem ich hier für diesen Wink meinen aufrichtigsten Dank sage. Diese Modification besteht in einer *Verjüngung* der Stücke, die zu lange Zeit in der Mischung von Ueberosmiumsäure und Kaliumbichromat gelegen hatten und deshalb keine Reaction mehr gaben. Die 3—4 Wochen und länger in der Mischung verbliebenen Stücke werden in einer halbgesättigten Kupferacetatlösung so lange gewaschen, bis sie kein Praecipitat mehr geben; darauf werden sie von neuem in die oben genannte Mischung von Ueberosmiumsäure und Kaliumbichromat gelegt, in welcher sie 5—6 Tage und länger verbleiben können, ehe sie in die Silbernitratlösung gebracht werden.

Die mit freier Hand oder mit dem Mikrotom gemachten Schnitte schloss ich, nachdem ich sie in Alkohol gut gewaschen und in Nelkenöl oder Terpentinöl aufgehellt hatte, in Dammarlack ein, ohne Deckgläschen; oder ich brachte sie aus dem absoluten Alcohol in flüssiges, und darauf in consistenteres Cedernöl und konnte sie dann mit dem Deckgläschen bedecken; so liessen sich die Präparate besser handhaben, besonders bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen.

Diese Golgi'sche Modification giebt nicht nur Resultate von überraschender Klarheit, sondern hat auch den Vorteil, dass durch sie eine Menge Material verwertet werden kann, das man sonst als untauglich wegwerfen müsste.

---

Die Nerven treten in die Drüse in Form von verschiedenen grossen Bündeln ein und begleiten die zahlreichen Blutgefässe, an deren Wände sie eine gewisse Zahl Fasern abgeben, die sich verzweigen und mit einander verflechten und so elegante plexusartige Netze bilden, ähnlich den Netzen, die von Kolliker an den Lungenarterien

von Fröschen, denen während des Lebens Methylenblau (Ehrlich'sche Methode) injiziert worden war und von anderen Forschern bei den verschiedenen, nach der Golgi'schen Methode behandelten Organen (von L. Sala bei den Ganglien des Sympathicus, von Fusari bei der Milz) beschrieben worden sind. Diese Bündel folgen sodann den Verzweigungen der Gefässe und teilen sich in immer kleinere Bündel, bis sie zuletzt sich nur in einzelne Fasern fortsetzen, die sich im intervesiculären Bindegewebe verzweigen. Man hat so ein feines Netz von zarten Nervenfasern, das genau die Verteilung des intraglandulären Bindegewebes und der Capillargefässe wiedergibt (Taf. XVII. Fig. 1).

Die Nervenfäden erscheinen bisweilen eine gewisse Strecke weit homogen, bisweilen weisen sie aber auch viele Varicositäten von verschiedener Grösse auf, die fast nie an den Punkten fehlen, an denen die Fäden sich teilen.

Ausser diesen Fasern habe ich, besonders bei Hunden, vermittels der Schwarzfärbung noch das Vorhandensein von zahlreichen Ganglienzellen feststellen können. Diese Elemente haben einen verschieden grossen, aber immer ziemlich kleinen Zellkörper von wechselnder und unregelmässiger (pyramidenförmiger, ovaler, birnförmiger) Gestalt und weisen eine nicht sehr grosse Zahl (2—4—5) feiner, sehr langer Fortsätze von fast gleichmässigem Durchmesser auf, die alle in der gleichen Weise vom Zellkörper abgehen und alle eine sehr spärliche Zahl (1—2) Zweige abgeben (Fig. 3—8), so dass es schwer hält, zu sagen, ob von diesen Fortsätzen einer der specifische ist, oder ob sie, wie ich geneigt bin anzunehmen, alle von nervöser Beschaffenheit sind. Die Fortsätze der verschiedenen Zellen verflechten sich mit den schon beschriebenen Nervenfäden, und in jenen Präparaten, in denen die Reaction fast ausschliesslich an den Zellen stattfand, sieht man, wie diese vermittels ihrer Fortsätze sich unter einander verflechten (Fig. 9), aber nie zu Haufen angeordnet sind, die man mit wirklichen Ganglien in Zusammenhang bringen könnte.

Aus den Untersuchungen Sandström's, De Mauron's<sup>1)</sup>, Christiani's<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> De Mauron, Recherches sur le développement du thymus et de la glande thyroïde. Recueil zoolog. Suisse. 1886. T. III.

<sup>2)</sup> Christiani, Des glandules thyroïdiennes accessoires. Archives de physiologie norm. et pathol. 1893. Nr. 1—2.

und Anderer wissen wir, dass, von der Schilddrüse getrennt oder mit ihr verschmolzen, kleine Nebenknoten (gewöhnlich einer für jeden Lappen) existieren, welche die Eigentümlichkeit haben, dass sie das ganze Leben hindurch Embryonalstructur bewahren und nur mit spärlichen Gefässen versehen sind, weshalb Christiani zu ihrem Nachweis empfiehlt, in die Gefässe der Schilddrüse einen Farbstoff zu injicieren, da alsdann die Nebenknoten als kleine ungefärbte Inseln erscheinen.

Auch in diesen Nebenknoten, die sowohl beim Hunde als beim Schaf mit der Drüse vereinigt sind, konnten durch die Schwarzfärbung die Nerven nachgewiesen werden, die hier fast die gleiche Verbreitung haben wie in der Hauptdrüse, indem sie den spärlichen Gefässen folgen und sich im intraglandulären Bindegewebe verzweigen (Fig. 2).

In den zahlreichen von mir angefertigten Präparaten sah ich nie markhaltige Fasern, deren Markscheide durch die Mischung von Ueberosmiumsäure und Kaliumbichromat schwarz gefärbt worden wäre; will man also nicht annehmen, dass die markhaltigen Fasern alle vor ihrem Eintritt in die Drüse ihr Mark verlieren, so muss man zugeben, dass an der Innervation der Schilddrüse nur Remak'sche Fasern sich beteiligen. Bedenkt man ferner, dass dieses Organ einen ungeheuren Gefässreichtum aufweist und dass die Nervenfasern in ihrem Verlaufe den Gefässen folgen, so kann man es für sehr wahrscheinlich halten, dass die in Rede stehenden Fasern Gefässnerven sind.

Ich hielt es nun vor Beendigung meiner Untersuchungen für angebracht, auch die elastischen Fasern der Schilddrüse zu studieren, um jeden Zweifel zu heben, der in betreff der nervenartigen Beschaffenheit der von mir beschriebenen Fäden vorhanden sein könnte; denn wenn auch die Art und Weise, wie sich diese Fäden verbreiten und verzweigen, die häufigen Knoten und die Länge derselben mich überzeugten, dass es sich um Nerven handelte, so konnte doch die Tatsache eine Berechtigung zu Zweifeln geben, dass es zum Studium der elastischen Fasern eine andere Methode giebt, nämlich die C. Martini'sche (successive Einwirkung von Arseniksäure, Kaliumbichromat und Silbernitrat), die der Golgi'schen Methode sehr ähnlich ist. Zu diesem Zwecke behandelte ich in Alkohol oder in Müller'scher Flüssigkeit fixierte Schilddrüsenschnitte mit Orcein, ein Farbstoff, der sehr

constante und für die elastischen Fasern spezifische Resultate giebt [Unna-Tänzer'sche Methode<sup>1)</sup>]. So konnte ich feststellen, dass elastische Fasern nur in den Wänden grosser Gefässe und in geringer Menge im periglandulären Bindegewebe vorhanden sind; nie im intervesselculären Bindegewebe; ausserdem ist ihr Aussehen ein ganz anderes als das der Nervenfasern; sie haben einen verschiedenen Durchmesser, haben einen wellenförmigen Verlauf, weisen nie Varicositäten auf und bilden sich unter einander kreuzende Bündel, die nie eine bedeutende Länge erreichen (Fig. 10).

---

### Anhang.

Diese Arbeit hatte ich schon der k. Akademie der Wissenschaften zu Turin vorgelegt, als ich durch Herrn Dr. Muscatello erfuhr, dass Crisafulli, ebenfalls nach der Golgi'schen Methode, Untersuchungen über die Schilddrüse des Hundes gemacht und dieselben im März 1892 der Accademia Gioenia zu Catania mitgeteilt hat. Crisafulli hat seiner kurzen Mitteilung keine Zeichnung beigegeben, und seine Resultate weichen etwas von den meinigen ab. Denn er sagt, dass: „um die Drüsenfollikel herum zahlreiche Nervenfasern von verschiedener Dicke, die sich verzweigen und unter einander verflechten, so einen dichten Wald von Nervenzweigen bildend, die schwarze Farbe annehmen“ . . . und nachdem er hinzugefügt, dass er „nie sich zwischen die Drüsenzellen schiebende Zweige gefunden habe“, kommt er zu dem Schlusse, dass das Vorhandensein dieser zahlreichen Nervenverzweigungen, die den in den anderen Drüsen vorhandenen ähnlich sind, „indirect die Functionsfähigkeit der Schilddrüse bestätige“. Ich hingegen fand um die Drüsenblasen herum kein dichtes Geflecht von Fasern, sondern feine Zweige, die ich wegen der Art und Weise wie sie sich verbreiten, für Gefässnerven halte, ohne dass ich damit die Functionsthätigkeit der Drüse in Abrede stellen will.

---

<sup>1)</sup> 0,1 g Orcein, 20 ccm 90procentigen Alkohols, 5 ccm Wasser, 10 Tropfen Chlorwasserstoffsäure; 12 Stunden lange Einwirkung; darauf schnelle Entfärbung in 20 ccm 90procentigen Alkohols, 15—20 Tropfen Chlorwasserstoffsäure.

---

### Erklärung der Figuren auf Taf. XVII.

(Die Zeichnungen sind mit der Abbe'schen Camera lucida gemacht.  
Mikroskop Zeiss, Obj. D, Ocul. II).

- Fig. 1. Schnitt aus der Schilddrüse des Schafes. — Verbreitung der Nervenbündel längs den Blutgefäßen und im intervesciculären Bindegewebe. *a* Blutgefäß; *b* zwei querdurchschnittene Gefäße.
- Fig. 2. Aus einem Nebenknoten der Schilddrüse des Schafes. — Ebenso. *a* Blutgefäß.
- Fig. 3—8. Aus der Schilddrüse des Hundes. — Verschiedene Ganglienzellenformen im intervesciculären Bindegewebe.
- Fig. 9. Aus der Schilddrüse des Hundes. — Eine Gruppe von Ganglienzellen, deren Fortsätze sich unter einander verflechten.
- Fig. 10. Aus der Schilddrüse des Schafes. — Elastische Fasern in den Gefäßwänden und im periglandulären Bindegewebe (Alkohol-Orcein). Die violette Farbe des hier einfach schwarzen elastischen Gewebes ist in der Lithographie nicht wiedergegeben, wohl aber im Original.



### Nouvelles universitaires.\*)

Der ausserordentliche Professor und Prosector J. Disse in Göttingen ist nach Halle a/S. versetzt worden.

\*) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans les facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel“ les fera connaître dans le plus bref délai.



# Contributions à la division cellulaire indirecte chez les Sélaciens

par

**Paul Mitrophanow,**

professeur à l'Université de Varsovie.

(Avec pl. XVI.)

L'étude de la division cellulaire et surtout celle des procès originaux qui s'accomplissent simultanément dans le noyau est depuis peu un des thèmes de prédilection des histologistes. L'importance et le prix des déductions qui peuvent en résulter forcent à s'occuper de cette question dans toutes les particularités les plus minutieuses. C'est que conformément aux ouvrages de E. Van Beneden, Boveri, Hermann, Flemming et d'autres, il faut admettre que dans la division cellulaire un organe spécial est le guide, la sphère attractive avec le centrosome, organe, auquel se soumettent de même le corps cellulaire et le noyau.

Le caractère général des phénomènes qu'on observe dans ce cas, ainsi que celui des formations sus-nommées nouvellement découvertes dans la cellule, a été suffisamment déterminé sur un petit nombre d'objets, ayant servi de point de départ; vu la connaissance plus approfondie des uns et des autres, il est indispensable d'étudier la division cellulaire dans les groupes séparés du règne animal. Cet ouvrage est un essai d'une étude de ce genre.

En étudiant le développement des Sélaciens, j'ai mainte fois fait attention aux nombreuses figures de la division cellulaire indirecte, lesquelles, malgré les dimensions comparativement restreintes,

tes<sup>1)</sup> des cellules, apparaissent très distinctes, même sans les colorations spéciales complémentaires qu'on considère dans le dernier temps comme indispensables dans l'étude de la division cellulaire.

Les métaphases surtout ont fixé sur elles l'attention, avec leur fuseau nucléaire exprimé d'une manière si prononcée, avec les figures rayonnantes aux pôles et les centrosomes, dans les éléments les plus variés, après le traitement avec le mélange chromo-acétique<sup>2)</sup> et la coloration avec le hématoxylin alcoolique<sup>3)</sup>.

J'ai entrepris une étude plus attentive de ces figures, pendant l'été 1892, à l'aide du nouveau semi-apochromat de Reichert, dans le but d'éclaircir la signification des sphères attractives, — question qu'on étudie dans le laboratoire que je dirige depuis qu'elle a apparu sur l'arène scientifique. M. Eismond a déjà publié en partie les observations qui s'y rapportent [1].

C'est alors, qu'en me basant sur les préparations mentionnées, j'ai fait quelques conclusions qui ne se trouvent pas d'accord avec les points de vue établis.

Ayant eu en vue de développer ces conclusions d'une manière plus détaillée, j'en fus cependant détourné par d'autres occupations, et je retourne maintenant à ce sujet principalement par suite de l'apparition de deux ouvrages concernant les questions les plus importantes de la division cellulaire, ceux de von Kostanecki [2] et de Watasé [3], comme je l'ai déjà indiqué dans ma note préliminaire [4].

Sans publier dans cet article un aperçu sur les données littéraires dont le nombre augmente tous les jours et dont nous trouvons des indications dans la dernière communication de M. Eismond [5], je passe immédiatement à l'exposition de mes observations.

---

	<i>Raja stellata</i> 5 mm	<i>Acanthias vulgaris</i> 14—19 mm
<sup>1)</sup> Le noyau de la cellule épithéliale . . .	5—9 $\mu$	7—9 $\mu$
Le noyau de la cellule cérébrale . . . . .	6—11 "	7—12 "
Le noyau de la cellule mésodermique . . . . .	4—7 "	5—10 "
Les globules rouges sanguins . . . . .		8—9 "

<sup>2)</sup> Ac. chrom.  $\frac{1}{6}\%$  — 100 p.; ac. acet. glac. 1 p.

<sup>3)</sup> d'après Kleinenberg.



*Caractère général de la karyokinèse chez les Sélaciens.* Vu les dimensions comparativement insignifiantes des éléments cellulaires chez les Sélaciens, ce sont les métaphases et les anaphases primaires qui sont le plus accessibles à l'observation.

Cependant, en se groupant ensemble, les chromosomes se détachent plus prononcément sur le fond du corps cellulaire perdant sa coloration. Quant aux prophases, elles paraissent disparaître très rapidement, car ce n'est que rarement qu'on aperçoit un spirem typique; d'un autre côté, pour les observer, les conditions doivent être particulièrement propices dans le sens de la finesse de la coupe et surtout de la coloration correspondante.

Il faut cependant remarquer que la plupart des noyaux en repos prennent une coloration intense et marquent le même caractère lequel précède la formation du spirem, p. ex. dans les cellules épithéliales des larves du triton et de l'axolotl. Les préparations qu'on peut étudier le mieux, à mon avis, sont celles qui sont tirées des embryons dont les éléments ne contiennent plus de vitellus, parce que les grains de ce dernier influent sur la disposition accidentelle de l'achromatine. C'est intéressant que lors du traitement indiqué la coloration du corps cellulaire et celle des éléments du noyau se trouvent pendant la division dans des rapports mutuels inverses: la figure chromatique est colorée d'autant plus intensément que le corps cellulaire l'est plus faiblement; la figure achromatique, généralement pâle et ressortant principalement par suite d'une différenciation spéciale, acquiert aussi souvent une coloration gros-bleu; cela arrive quand le corps cellulaire est presque dépourvu de coloration. En outre, la figure chromatique est aussi généralement dans ces cas un peu plus pâle que quand le fuseau achromatique n'est pas coloré ou l'est très peu. Il arrive enfin qu'en présence du fuseau achromatique tout le contenu de la cellule est coloré en gros-bleu; le fuseau est alors plus intense que le corps cellulaire; la chromatine, conformément à ce que nous avons dit, est comparativement plus faible.

La comparaison de ces observations amène déjà à la conclusion que la chromatine, apparaissant d'abord jusqu'à un certain degré également distribuée dans le corps cellulaire, passe ensuite

dans les éléments achromatiques et se rassemble enfin dans les chromosomes.

*Chromatine.* Le caractère des éléments chromatiques est dans différents tissus très varié. La quantité des chromosomes est habituellement très considérable (pl. XVI. fig. 1), mais dans la plupart des cas il est difficile de les compter, parce qu'ils présentent très souvent de grandes irrégularités dans leur disposition (fig. 6, 9, 32). Nous parlerons plus tard de leur rapport aux filaments achromatiques. J'indiquerai maintenant seulement que les irrégularités mentionnées amènent l'apparition de figures tellement exclusives que leur étude n'est pas dépourvue d'intérêt général.

Ainsi O. Hertwig (6; p. 151), en décrivant la troisième phase de la division cellulaire, affirme que les segments filiaux des chromosomes (anses secondaires), tout en se dirigeant vers les pôles, ne s'y trouvent cependant jamais. Il m'est arrivé d'observer tout le contraire, comme on le voit sur la fig. 6, qui représente une cellule épithéliale hépatique chez un embryon de raquin de 19 mm à peu près de longueur. On y aperçoit à un pôle au lieu du centrosome trois chromosomes qui se joignent au pôle par leurs bouts. Il faut aussi remarquer que dans les éléments d'un tissu la quantité des chromosomes peut se réduire. Ainsi, sur la fig. 1 et 4 nous voyons des cellules du cerveau embryonnaire; mais tandis que sur la première le nombre des chromosomes est très considérable, ils ne sont représentés sur la seconde que par un noeud irrégulièrement courbé et aux contours inégaux. On voit la même chose sur les fig. 5 et 8, où sont représentées des cellules du tissu conjonctif, et sur les fig. 9—11 et 14 qui représentent des globules sanguins. Dans les cas des fig. 9—11 c'est évident que le nombre des segments chromatiques est très considérable, dans le cas de la fig. 14 il n'y en a sur un pôle que deux et sur l'autre qu'un seul.

En cas de construction irrégulière de toute la cellule une partie des chromosomes peut se détacher des autres, et tandis que la plupart d'eux (p. ex. sur la fig. 21) ont servi à la formation du spirem, deux ou trois ont conservé leur individualité, comme au stade précédent. Ils peuvent aussi se diviser en plusieurs groupes, fait qui amène, comme p. ex. dans le cas de la fig. 23, la présence d'un double noyau etc.

*La figure achromatique*<sup>1)</sup> est le mieux visible au stade de la métakinèse (fig. 8). Des segments filiaux chromatiques qui commencent à se séparer, se dirigent vers les deux pôles des filaments clairement exprimés, ou plus justement, des faisceaux de fils excessivement fins de l'achromatine, tout en formant le fuseau typique. De telles figures sont visibles dans les cellules épithéliales des téguments extérieurs, dans le tissu conjonctif, dans le système nerveux (surtout dans les cellules qui garnissent le canal central), dans les parois de la vésicule auditive, dans l'oeil et dans d'autres organes. Le fuseau est aussi bien exprimé dans les figures correspondant à l'étoile mère (fig. 5, 28). Dans la cellule du tissu conjonctif, où la chromatine apparaît sous l'aspect d'un seul chromosome grossier (fig. 5), on aperçoit distinctement comme les fils achromatiques s'étendent de différents points du chromosome vers l'un et l'autre pôle, formant des deux côtés des surfaces coniques incomplètes. C'est difficile de dire s'il y a dans ces cas des fils du fuseau central. Il faut en général avouer que les idées relatives au fuseau nucléaire, ou plus justement, aux éléments achromatiques sont maintenant les plus embrouillées et confuses. Le désir de voir dans les filaments du fuseau quelque chose de sévèrement précis et prononcément déterminé me semble avoir considérablement concouru à obscurcir la question. C'est à cela aussi qu'amène, je le pense, l'opinion suivant laquelle le corps cellulaire et le noyau sont considérés comme des formations morphologiquement indépendantes l'une de l'autre. Vu une telle position de la question, une étude plus détaillée et plus attentive des filaments achromatiques pourrait être utile.

J'ai déjà dit que quand la figure du fuseau est prononcément exprimée, les filaments achromatiques apparaissent comme des faisceaux de fils excessivement fins. Tandis que les pôles ont une position symétrique et les chromosomes en ont une équatoriale, ces fils très fins se disposent parallèlement l'un à l'autre, et ces filaments paraissent par conséquent homogènes et unis. Mais ce n'est pas toujours que

<sup>1)</sup> J'emploie ce terme, qu'on évite dans le dernier temps, parce qu'il embrasse toutes les formations qu'on décrit à présent indépendamment l'une de l'autre (Kernspindel, Attractionsphaere, fibres réunissantes etc.), mais lesquelles, à mon avis, ont beaucoup de commun, sinon dans leur composition, en tout cas dans l'origine.

cela a lieu; les filaments perdent leur uniformité et la régularité de leur disposition, et, par conséquent, toute la figure achromatique faiblit, d'abord, par suite de la distribution inégale et irrégulière des éléments chromatiques et puis par suite de l'interruption de la centration aux pôles. Comme la partie majeure de la figure achromatique (outre le fuseau central dans le sens restreint) est formée par les filaments qui s'étendent des chromosomes vers les pôles (les demi-fuseaux de Van Beneden et de Boveri) la question est dans ce cas intéressante, comment se tiennent ces petits fils des filaments sur les chromosomes.

Voilà la seule réponse qu'on puisse, il me semble, donner à cette question: les petits fils des filaments se rattachent à chaque point visible du chromosome. Si tous les chromosomes sont réguliers et homogènes, comme cela devrait avoir lieu lors de la division normale, les faisceaux des filaments qui s'en dirigent auront dans ce cas le même caractère. Mais si le chromosome n'est pas de la même grosseur, un plus grand nombre de filaments va se détacher de ses endroits épaissis que des endroits plus minces, et par conséquent même d'un seul chromosome peuvent se détacher des filaments achromatiques de différente grosseur. Le plus souvent les chromosomes apparaissent épaissis aux extrémités; c'est pourquoi il n'est pas rare que des faisceaux achromatiques en voie de séparation apparaissent joints à leurs bouts. En outre, si le chromosome est disposé sur le plan équatorial, ses filaments achromatiques forment une surface conique irrégulière; mais si une partie du chromosome prend une autre position et dévie du côté du pôle, les filaments achromatiques de cette partie doivent se réunir en un faisceau commun qui se détache considérablement par ses proportions des autres filaments achromatiques. Comme les irrégularités indiquées dans la disposition des chromosomes peuvent être plus ou moins observées sur toutes les figures, il est naturel que même en cas d'une figure achromatique régulière, quelques uns de ses filaments se détachent par leur grosseur (fig. 6—9, 26—28 etc.).

Un autre facteur de l'infraction de l'homogénéité et de la régularité de la figure du fuseau consiste dans l'interruption de la centration aux pôles, c'est à dire, dans la déviation de quelques filaments achromatiques et des faisceaux du point polaire et dans leur séparation

avant qu'ils l'aient atteint (fig. 9—11). De même que chez les chromosomes, les filaments chromatiques peuvent se réunir aux bouts polaires dans des faisceaux plus gros et non homogènes (fig. 9).

Des déviations pareilles, comme on en peut juger d'après ce que nous avons dit, se trouvent en rapport intime avec la question des *sphères attractives*. Ces dernières n'existent pas comme une formation tout à fait séparée dans les préparations tirées des embryons des Sélaciens que j'ai étudiées; seules, les figures rayonnantes dans le protoplasme leur correspondent. On observe de pareilles figures dans les éléments les plus divers (fig. 1—5, 8, 12, 21—23 et d'autres), dans tous les cas, quand les filaments chromatiques (karyaster) se rapprochent du point polaire. Ainsi, ces figures consistent en partie des filaments achromatiques du fuseau et, d'autre part (et principalement), de minces fils radialement disposés du réseau alvéolaire du corps cellulaire. Ces derniers se distinguent cependant facilement des premiers, d'abord, parce qu'ils peuvent être aperçus sur un plus petit espace, et puis, parce qu'ils ne sont pas tendus d'une manière aussi distincte (fig. 12). Tout de même je ne vois pas le moindre fondement pour y admettre l'existence d'un archo- ou archiplasme particulier. A propos, je suis enclin à penser que même dans les cas où la sphère attractive ressort comme une formation jusqu'à un certain degré séparée (les blastomères de l'axolotl, les oeufs des ascarides), il ne s'agit pas d'un genre particulier du protoplasme (archoplasma), mais d'une différenciation particulière et locale du réseau protoplasmique fondamental. Dans ces cas, des inclusions caractéristiques pour le corps cellulaire (les grains du vitellus et d'autres) s'éloignent de la région des figures rayonnantes dans le protoplasme environnant, et cela suffit déjà à la séparation de la figure rayonnante en forme de sphère attractive, sans parler même des changements des rapports de structure et, peut-être, du contenu chimique.

Nous avons déjà indiqué que souvent les filaments achromatiques dévient du point polaire (fig. 9—11); c'est clair qu'on n'observe pas dans ces cas de centration polaire, et, par conséquent, dans de pareilles cellules la sphère attractive (dans le sens général) manque complètement, ou bien ce sont des masses de noeuds et des entrelacements

partiels qui lui correspondent, se formant entre les bouts polaires des filaments achromatiques, d'un côté, et de l'autre, par le réseau alvéolaire du corps cellulaire. L'existence de ces entrelacements (fig. 9—11) indique, combien le lien entre ce réseau et la figure achromatique est intime. Cette connexion est confirmée par beaucoup d'autres observations.

Vu que le fuseau achromatique ressort le plus distinctement au stade de l'étoile mère et celle de la métakinèse, on peut dire seulement à ces stades que des filaments achromatiques entrent dans la composition de la figure polaire rayonnante (de la sphère attractive). En cas de noyau en repos ou bien aux autres stades de la division indirecte, la figure rayonnante apparaît composée exclusivement de filaments protoplasmiques (fig. 3, 21—23). C'est surtout clair sur la fig. 21, où est représentée une cellule du tissu conjonctif avec la disposition asymétrique de ses parties constitutives. Toute la cellule produit l'impression, comme-ci la division y a commencé, mais par suite de quelque obstacle n'est pas parvenue à bout; c'est ce qu'indique aussi la subdivision extérieure et l'existence de deux figures rayonnantes aux pôles ainsi que la disposition originale de la chromatine, dont une partie est présentée en forme d'un spirem, et l'autre en forme de chromosomes encore distinctement visibles. La partie supérieure de la cellule est normale, des rayons achromatiques s'étendent en forme de cône du pôle au spirem susmentionné, tandis que le pôle inférieur est considérablement éloigné du peloton chromatique et occupe à peu près le centre de la partie inférieure de la cellule. De lui les rayons se dirigent radialement en plusieurs gros faisceaux, dont un seul peut être considéré comme un reste du fuseau achromatique, parce qu'il s'étend vers les bouts libres des chromosomes, et les autres, en se divisant en de plus minces, atteignent par leurs filaments la surface de la cellule et se confondent en général avec son réseau alvéolaire, auquel, sans contredit, ils appartiennent eux-mêmes.

Dans le cas typique la figure rayonnante au pôle a un centre, comme on le voit bien du pôle (fig. 1), mais il peut y avoir aussi deux centres (fig. 2), l'un près de l'autre; ils peuvent être aussi considérablement éloignés l'un de l'autre (fig. 22), en laissant de côté la

figure chromatique; ils peuvent être enfin à la même condition aux deux pôles opposés (fig. 29). Dans ce dernier cas un fuseau typique d'achromatine se forme, lequel doit son origine (comme nous l'avons dit) exclusivement au réseau alvéolaire du corps cellulaire. Son mode de formation me semble dans ce cas différer un peu de celle du fuseau central lors de la division des cellules, comme nous l'exposerons dans la suite, et n'a rien de commun avec le fuseau nucléaire dans le sens de Van Beneden et de Boveri; à ce dernier correspondent sur la fig. 29 des filaments qui s'étendent des deux pôles, indépendamment du fuseau mentionné, aux chromosomes serrés dans un peloton irrégulier.

Mais dans le cas de la fig. 2, quand les deux centres sont disposés en proximité étroite l'un de l'autre, il faut admettre entre eux de petits fils liants, provenant des filaments qui s'étendent radialement d'un centre, entre autre, vers le second; comme ces petits fils proviennent d'une double source, il est naturel que sur un plus grand espace ils vont se détacher des autres filaments radiaux, comme cela a lieu en partie sur la fig. 22 et surtout sur la fig. 29.

La figure polaire rayonnante subit des changements particuliers dans le cas où le pôle se rapproche beaucoup de la surface périphérique de la cellule. Au fait, il n'y a alors rien qu'on puisse admettre comme correspondant à la sphère attractive, et on ne peut parler que du fuseau achromatique (ou du demi-fuseau) qui paraît être lié avec l'enveloppe cellulaire (fig. 7, 28, 30, 32). Dans ce cas il faut entendre sous ce dernier terme la couche du corps cellulaire extérieure, se détachant un peu par suite du traitement, en partie sur toute la surface (fig. 7) et en partie seulement aux pôles (fig. 28).

Le lien du fuseau achromatique avec cette couche est apparemment si ferme qu'il influe même sur la forme de la cellule (fig. 7).

*Les filaments réunissants* (Verbindungsfasern), apparaissant dans les anaphases, forment une partie constitutive essentielle de la figure achromatique. Le commencement de leur apparition peut être observé sur les fig. 10—11. Sur la fig. 12 ils apparaissent déjà complètement développés et dans une disposition normale. Quant au caractère de ces filaments, on en peut répéter ce qui a été déjà dit relativement aux filaments du demi-fuseau achromatique, c'est à dire, qu'ils sont

aussi composés de petits fils excessivement fins, liés de même avec les chromosomes et se réunissant aussi quelquefois irrégulièrement par suite des mêmes conditions, d'où proviennent leurs formes capricieusement variées. Ils ne sont minces et égaux que dans le cas, quand le dyaster est tout à fait symétrique et la séparation des chromosomes a eu lieu à peu près simultanément (fig. 12). Ils ont un autre aspect, quand ces conditions n'ont pas été accomplies (fig. 26, 32); par suite de la distribution inégale des chromosomes, les filaments réunissants ne sont plus homogènes. Leur disposition mutuelle parallèle change quelquefois, comme sur la fig. 26, en une arquée. S'il y a dans la cellule une inclusion étrangère (fig. 31) de dimensions considérables, les filaments réunissants sont relégués et courbés d'un côté.

Le caractère régulier de ces filaments est mieux exprimé quand les segments filiaux sont peu éloignés l'un de l'autre; dans les figures du double peloton (dispirem) la clarté de ces filaments faiblit, et on aperçoit alors des tableaux très instructifs. Ainsi, sur la fig. 13, qui représente une cellule du tissu conjonctif, nous voyons à la place des filaments réunissants un petit nombre (sur le dessin sont représentés d'un côté quatre) de faisceaux aux épaisissements en forme de noeuds. Ce qu'il y a de plus intéressant, c'est que ces derniers se trouvent en connexion immédiate avec les petits fils du réseau protoplasmique, dont les faisceaux mentionnés ne se distinguent que par leur direction.

Si nous avons eu la possibilité d'indiquer que les filaments du demi-fuseau achromatique se trouvent en rapport intime avec le réseau alvéolaire du corps cellulaire (fig. 9—11), nous avons dans ce cas (fig. 13) un fondement pour affirmer la même chose relativement aux filaments réunissants. Cette conclusion est confirmée par d'autres exemples. Ainsi, sur la fig. 26, une partie de ces filaments, s'éloignant, d'un côté, des chromosomes, se perd, de l'autre, dans le réseau protoplasmique. Sur la fig. 30, en bas et à droite, tout un faisceau de tels filaments se dirige non pas vers le groupe opposé des chromosomes, mais de côté, se perdant dans le même réseau alvéolaire de la cellule.

Lors de l'éloignement extrême des groupes filiaux de la chromatine, mais quand la division de la cellule n'a pas encore eu lieu, les filaments réunissants semblent être serrés au milieu, se déchirent en partie et



forment les tableaux, représentés sur les fig. 14 et 15. Près des chromosomes ils deviennent alors plus épais, comme on l'a remarqué relativement aux filaments du fuseau et comme on le voit sur la fig. 16.

*Lors de la division des cellules*, la figure achromatique subit dans tout son ensemble une série de changements originaux et instructifs, auxquels on a déjà fait de toutes parts attention.

En commençant par la métakinèse, quand le fuseau achromatique est particulièrement distinct (fig. 8), la formation des filaments réunissants coïncide avec le raccourcissement des filaments de chaque demi-fuseau (fig. 11, 12, 32).

Je laisse de côté le fuseau central lui-même (Hermann), comme une formation n'ayant dans la division cellulaire qu'un rôle tout-à-fait accidentel.

La dépendance que j'indique entre les filaments du demi-fuseau et les filaments réunissants nous force à considérer ces formations, indépendamment de leur dépendance du réseau cellulaire, comme proches l'une de l'autre.

Au stade final du peloton double (dispirem) les filaments du demi-fuseau se raccourcissent de chaque côté et deviennent à peine perceptibles (fig. 13—16); c'est avec cela que coïncide le développement majeur des filaments réunissants qui subissent les changements susmentionnés, jusqu'à ce que les cellules commencent à se diviser.

Avec le commencement de ce procès, d'autres rapports apparaissent, conformément avec le mode de la division. Dans un cas, quand cette dernière s'accomplit à la fois sur toute la surface (fig. 33), les filaments réunissants, n'ayant pas eu le temps de changer leur disposition primitive, se déchirent au milieu, et leurs bouts semblent alors se perdre dans le réseau alvéolaire général de la cellule, ainsi qu'eux-mêmes perdent leur individualité.

Cependant dans quelques cas cela ne s'accomplit pas tout à coup; leurs bouts restent en connexion avec la couche superficielle du corps cellulaire et lui donnent avec le changement de sa forme après la division une structure originale, comme on le voit sur la fig. 24. Dans ce cas un genre de figure rayonnante double est visible au pôle, laquelle n'a cependant aucun rapport à la division ultérieure, parce

que le noyau et la cellule ne sont pas encore en état de repos après la division précédente. En général cette dernière circonstance ne semble pas être indispensable à la division ultérieure, mais dans des conditions un peu différentes. Dans quelques cas la division des cellules ne s'accomplit pas tout d'un coup sur toute la surface, mais a lieu, pour ainsi dire, au moyen d'un serrement lequel peut s'accomplir assymétriquement, d'un côté, comme ce n'est pas rare dans les éléments du tube cérébral près du canal central (fig. 17, 34, 35) ou bien symétriquement, en forme d'un anneau de tous les côtés, ainsi que cela a lieu dans les éléments mésodermiques (fig. 36—38).

Lors de la division assymétrique dont le commencement est représenté sur la fig. 34, tous les filaments réunissants sont repoussés par d'autres raisons vers un côté, comme nous l'avons vu plus haut (fig. 31). D'abord ils restent mutuellement parallèles, mais ensuite ils se serrent dans un point d'un côté, et c'est ce qui amène l'apparition des fig. 17 et 35. Dans chacune des cellules filles se forme alors une figure qui précède dans le cours normal de la karyokinèse l'étoile mère; le fuseau achromatique y est composé de la moitié du fuseau de la cellule mère, d'un côté, et des moitiés des filaments réunissants, de l'autre, — circonstance qui parle directement en faveur de l'identité de ces formations. On voit de la comparaison de la série des fig. 17—20 qu'il s'agit dans ce cas du vrai fuseau achromatique et qu'une division ultérieure peut succéder à la phase représentée.

Nous voyons sur la fig. 18 le moment qui suit celui de la fig. 17, avec cette seule différence que le serrement des filaments achromatiques y est produit apparemment par une autre raison, parce que les contours extérieurs de la cellule mère sont restés intacts, et la limite entre les cellules filles est déterminée par une ligne très claire à la surface de la coupe; du reste ce tableau peut aussi dépendre de ce qu'on observe la cellule de l'autre côté. Quelque qu'ait été le fait, il est sûr que les deux cellules viennent de se diviser et que la figure chromatique de chaque cellule a acquis, comparativement avec l'exemple précédent, une position équatoriale, comme c'est indispensable pour la division ultérieure. Sur les fig. 19 et 20, tirées de l'épithélium de l'arc branchial, nous voyons des cellules qui viennent de se diviser évidemment de la

même manière que sur les fig. 17 et 18, mais qui subissent déjà à leur tour des changements intérieurs de la division ultérieure: les anaphases sont déjà apparues sur les deux figures. Sur la fig. 19 les pôles qui ont une origine commune se trouvent encore l'un près de l'autre, sur la fig. 20 ils se sont déjà déplacés par suite des changements dans les cellules après la division.

Ainsi, on peut conclure de la série des fig. 17—20 que dans certains cas le fuseau achromatique des cellules filles provient pendant la division à moitié du demi-fuseau de la cellule mère, à moitié des filaments réunissants, et qu'après la formation d'un tel fuseau s'accomplit la division ultérieure des cellules filles sans qu'elles passent à un état de repos: leur spirem (la moitié du dispirem) passe immédiatement dans l'étoile, plus la métakinèse a lieu etc. Une telle forme de la division présente certainement un fait exclusif, mais comme elle existe, elle est d'un grand intérêt théorique.

Le mode indiqué de la formation du fuseau achromatique n'amène pas toujours la division ultérieure des cellules. Ainsi, sur la fig. 25 une grande cellule du cerveau est représentée, laquelle vient de se diviser en deux sans serrement extérieur. Les noyaux de l'une et de l'autre cellule fille sont placés dans un espace libre et l'un d'eux (l'inférieur) passe déjà du stade spirem à l'état de repos. La chromatine de l'autre noyau supérieur forme le spirem, du côté polaire duquel on voit le reste du demi-fuseau achromatique, et de l'opposé, — le fuseau est évidemment complété par les moitiés des filaments réunissants qui se joignent, comme nous venons de le décrire dans les cas des fig. 17 et 18. Cependant, à en juger d'après le développement restreint du fuseau en général et aussi d'après le fait que le noyau de l'autre cellule fille a déjà presque passé à l'état de repos, on peut penser que cette cellule poursuit aussi le même but.

Il s'ensuit de l'exemple indiqué, de même que de beaucoup d'autres, qu'avec la division des cellules les moitiés du fuseau achromatique deviennent de plus en plus courtes, et conformément à cela la figure rayonnante polaire devient de moins en moins claire. Mais il y a cependant des cas, où ces conditions ne sont pas observées. Ainsi, sur la fig. 3, la chromatine forme dans la cellule du tissu conjonctif

le spirem, et la figure rayonnante, très développée et éloignée de lui, est probablement un héritage de la cellule mère, puisqu'on voit du côté opposé un faisceau de filaments qui peut être considéré comme un reste des filaments réunissants. Dans un autre cas, sur la fig. 4, où la figure rayonnante est clairement exprimée et où il y a donc un seul demi-fuseau, il n'y a aucune trace des filaments réunissants, quoique, à en juger d'après la chromatine insolitement groupée, la position mutuelle de la chromatine et de l'achromatine soit héritée de la cellule mère.

Lors du serrement de la cellule mère, égal de tous les côtés, les filaments réunissants, qui conservent quelquefois leur individualité, se serrent au milieu, de sorte que des faisceaux coniques symétriques se forment dans chacune des cellules filles (fig. 36, 37). Dans quelques cas les sommets de ces cônes restent alors en connexion avec la couche extérieure du corps cellulaire, et dans d'autres, une partie d'eux forme entre les cellules qui se sont divisées de petits ponts réunissants.

---

*Le centrosome.* Jusqu'à présent nous avons à dessein évité de parler de cette formation, même quand il s'agissait des sphères attractives. De mon point de vue, que j'exposerai plus tard d'une manière plus détaillée, cela avait plus de conséquence, parce que, à mon avis, il n'y a point de lien physiologique entre le fuseau achromatique et les sphères attractives, d'un côté, et les centrosomes, de l'autre. Sur les préparations que j'ai décrit dans ce cas, le centrosome, comme un point qui se colorie et occupe le centre dans la figure rayonnante polaire, peut être bien observé dans tous les cas, où l'achromatine a la disposition typique du fuseau ou du demi-fuseau (fig. 1, 4, 5 etc.), c'est à dire, quand ses filaments se rassemblent au même point polaire. Une détermination plus exacte de sa nature est dans ces cas très difficile, vu ses dimensions minimales; en tout cas, elle n'a ni contours tranchants ni des particularités optiques.

Cependant dans les cas, où les fibres achromatiques ne forment pas de fuseau typique et ne se rassemblent pas au pôle en un point, le centrosome n'est pas visible comme une formation séparée (fig. 7, 9, 27

et d'autres); il est alors remplacé par un petit noeud de plus grandes dimensions mais moins colorié, ou bien par tout un système de tels noeuds (fig. 9), lesquels ne se distinguent aucunement de noeuds pareils dans d'autres parties du corps cellulaire (fig. 13).

Quelquefois, quand il y a un fuseau nucléaire régulier, il semble s'y trouver non pas un centrosome, mais deux et davantage (fig. 27). L'étude plus approfondie de ces cas démontre qu'il n'y a pas en réalité de centration des filaments achromatiques vers un point, mais qu'ils se réunissent dans plusieurs points et qu'alors chacun d'eux, contenant un corpuscule de différentes dimensions et qui se colorie, forme autour de lui-même une figure rayonnante plus ou moins claire dans le protoplasme environnant.

En supposant que ces corpuscules sont de vrais centrosomes, on pourrait croire qu'ils sont apparus par voie de division, mais ce n'est facilement admissible et compréhensible que dans les cas où il y en a deux et où ils se trouvent à côté l'un de l'autre et sont disposés symétriquement (fig. 2). D'où y en a-t-il donc davantage, pourquoi sont-ils de différentes dimensions dans la même cellule et comment acquièrent-ils une disposition irrégulière?

En m'efforçant de trouver des réponses à ces questions, je suis arrivé à la conclusion que les corpuscules, qui auraient pu d'après leur position être considérés comme des centrosomes, doivent être considérés dans la plupart des cas comme des formations accidentelles et quelquefois, apparemment, de nature hétérogène. À mon avis, ils doivent dans beaucoup de cas leur origine à la chromatine, quelque étrange que cela semble du premier abord.

Nous avons déjà observé les principaux changements qu'on observe dans la distribution de la chromatine dans les cellules des embryons des Sélaciens; mais ils ne sont pas les seuls, et la variété dans le groupement des éléments chromatiques dans le corps cellulaire peut s'étendre beaucoup plus loin. Ce sera maintenant à propos d'indiquer que cela dépend immédiatement de la connexion intime qui existe, comme nous l'avons exposé, entre les éléments chromatiques et les achromatiques. Le caractère des filaments du fuseau achromatique près des chromosomes, au plan équatorial, la formation des filaments

réunissants, leur rapport aux filaments des demi-fuseaux lors du déplacement des segments filiaux chromatiques de l'équateur aux pôles, tout parle en faveur du fait que cette connexion est pendant tout le procès karyokinétique organique et inébranlable. Dans les cas de son cours normal et de la figure achromatique régulière, la disposition des éléments chromatiques est aussi symétrique, mais souvent cela n'a pas lieu. Ainsi, au stade de la métakinèse, lors de la formation comparativement rapide du fuseau nucléaire, quelques chromosomes s'éloignent aux pôles avant les autres (fig. 7, 9) et acquièrent alors une forme accidentelle et une position étrange, comme sur la fig. 9, où, d'un côté, deux chromosomes sont attirés dans le système du demi-fuseau et sont disposés à peu près parallèlement à ses filaments, et de l'autre, l'un s'est séparé en forme de petite masse, tandis que tous les autres commencent à se grouper en dyaster. Sur la fig. 6, trois chromosomes, qui se sont détachés ainsi prématurément, sont attirés vers le pôle même et se rassemblent par leurs bouts au point qui aurait dû être occupé par le centrosome. Les fig. 26 et 32 démontrent que lors de la formation de l'étoile double (dyaster) quelques chromosomes peuvent se séparer de la plupart d'eux et se trouver par leurs bouts dans le système des filaments réunissants. En cas de division anormale, ou, plus justement, non réussie, comme sur la fig. 21, un pôle a attiré toute la masse de la chromatine laquelle y a déjà à peu près pris la disposition propre au noyau en repos, et seules, deux, trois chromosomes expriment en se séparant une tendance vers l'autre pôle.

Dans de pareils cas, non seulement des chromosomes entiers peuvent se précipiter ou s'attarder, mais aussi des parties d'eux, parties séparées de la chromatine, comme on le voit sur les fig. 9, 28, 32. Ces parties peuvent avoir des dimensions minimales, elles peuvent être disposées entre les filaments du fuseau (fig. 27, 28), peuvent aussi se trouver au pôle-même (fig. 8, 10, 21, 27) et présentent dans ce dernier cas des centrosomes. Il est d'autant plus facile de les considérer comme tels — surtout quand il n'y en a qu'une — que même dans les cas où elles se trouvent hors du pôle le protoplasme forme autour d'elles une figure rayonnante (fig. 8). C'est intéressant que dans quelques cas le nombre des grains qui se colorent au pôle peut être

considérable. En me basant sur ce qui a été dit et sur la ressemblance dans la coloration, je les considère comme grains de chromatine; je suis aussi enclin à considérer comme tels les corpuscules qui se colorent dans le corps cellulaire hors du noyau (fig. 21, 26, 28).

Dans les cas sus-décrits de la division des cellules au moyen d'un serrement, quand le fuseau filial achromatique se forme à moitié du demi-fuseau maternel, à moitié des filaments réunissants, il arrive qu'au point final de la division on croit observer un centrosome commun pour les deux cellules (fig. 17, 35) lequel peut se diviser et donner à chaque cellule son centrosome (fig. 37). Je suis enclin à penser que dans ces cas les quasi-centrosomes doivent leur origine aux parties aberrantes de la chromatine.

Occupons nous maintenant des recherches sus-mentionnées de von Kostanecki [2] et de Watasé [3] et voyons, de combien leurs conclusions coïncident avec mes observations que je viens d'exposer.

D'abord je voudrais fixer l'attention sur la question, jusqu'à quel point le fuseau nucléaire central est une formation indépendante et même permanente. Même Flemming doute en partie du dernier fait [7]<sup>1)</sup>.

L'origine du fuseau central est intimement liée avec les centrosomes ou corpuscules polaires, relativement à la nature desquels M. Eismond dans sa communication qui vient d'être publiée [5] et moi-même, nous avons obtenu des résultats négatifs. L'ouvrage récent de Zimmermann [8], relatif aux cellules pigmentées, est d'une grande importance pour cette question.

Comme le remarque justement aussi O. Hertwig [6; p. 165], outre peu de cas, il n'y a pas dans la cellule en repos de formation correspondant au centrosome. De plus, dans les sphères attractives des cellules qui se divisent le centrosome est loin d'être toujours observé et n'a pas toujours une forme permanente. Ainsi, par exemple, je me suis convaincu personnellement que dans les blastomères de l'axolotl et du triton il est représenté tantôt par un corpuscule sphérique, tantôt

<sup>1)</sup> I. c. p. 75: „Ob das gleiche Verhalten bei allen Zellenarten durchgeht, muss sich noch ausweisen.“

par toute une ligne de ces derniers (ce dernier cas est aussi représenté chez Henneguy; 9, fig. 1), tantôt il manque complètement comme formation sévèrement précisée. Vu une telle position des faits, ce n'est guère à propos de parler du fuseau nucléaire (et surtout du central), comme d'un élément morphologiquement séparé et permanent. Il faut évidemment chercher d'autres explications relatives à son origine et à sa signification.

Mais supposons que le point de vue de von Kostanecki sur l'origine du fuseau a son fondement. Comment peut-il alors arriver que dans les anaphases il est représenté par des filaments réunissants entre les figures-mères des chromosomes? Nous n'y trouverons pas de réponse, malgré l'opinion de O. Hertwig [6; p. 151], selon laquelle l'origine des filaments réunissants (Verbindungsfäden) doit être rapportée au compte des filaments du fuseau (Spindelfasern).

Les chromosomes, comme il s'ensuit des faits exposés, de même que des observations de M. Eismond [1], se rattachent intimement dans leur origine au réseau nucléaire du noyau (linin), et lors de la division et de l'éloignement mutuel des chromosomes filiaux, leur connexion persiste au moyen des mêmes filaments du linin, lesquels faisaient d'abord partie des chromosomes mères. Ainsi les filaments réunissants n'ont rien de commun avec ceux du fuseau central. Solger [10; p. 37] a exprimé la même opinion.

On peut cependant admettre le fuseau central dans le sens de Hermann et d'autres, comme se trouvant dans le fuseau nucléaire des auteurs précédants (Van Beneden, Boveri). Von Kostanecki ne marque pas suffisamment cette différence, et cela diminue considérablement l'importance de ses observations.

De même une autre remarque de von Kostanecki n'a pas assez de fondement comme règle générale. Selon lui les filaments réunissants (sa Centralspindel), en distinction de ceux du demi-fuseau (dans le sens de Van Beneden), ne sont pas uniformes et se distinguent par une structure microsomale. Mais une étude attentive des figures achromatiques chez les Sélaciens (fig. 9—11, 27, 28; on observe aussi la même chose chez les Amphibiens) démontre que les filaments du demi-fuseau, de leur côté, ne sont pas toujours homogènes, qu'il y a, de



même que dans les filaments réunissants, des inégalités, des épaississements en forme de noeuds, une structure soi-disant microsomale.

Je puis entièrement confirmer, par rapport aux Sélaciens, le fait fondamental de von Kostanecki relatif à l'existence des corpuscules qui se colorient dans la région des filaments réunissants (fig. 26, 37); mais, d'autre part, je dois indiquer qu'on rencontre aussi de pareils corpuscules dans la région des demi-fuseaux, surtout quand ces derniers n'ont pas de régularité géométrique, ce qui arrive fréquemment (fig. 8, 27).

La conclusion, suivant laquelle les corpuscules du fuseau central se réunissent pendant la division des cellules au plan équatorial et se concentrent ensuite sous l'aspect du corpuscule nommé intermédiaire, demande aussi des explications. Les cas que von Kostanecki décrit comme typiques sont loin d'avoir toujours lieu, parce qu'il faut considérer la division des cellules au moyen du serrement plutôt comme exception et non comme règle. Dans le type, la division s'accomplit d'après le mode décrit par M. Eismond [11]. Dans ces cas (fig. 33) les filaments réunissants s'interrompent et ne se rassemblent pas en faisceaux, et le sort des corpuscules de von Kostanecki, si même on les observait avant la division, reste inconnu. Il n'y a pas dans ce cas de corpuscule intermédiaire, de même qu'il peut ne pas être quand les filaments réunissants forment deux faisceaux coniques (fig. 36, 38).

Quant aux cas (fig. 17, 35), où les corpuscules intermédiaires, au sens de Flemming et de von Kostanecki, sont clairement visibles, j'ai déjà dit que leur nature et leur origine doivent être les mêmes que celles des centrosomes dont ils jouent le rôle dans les cellules qui vont se diviser et se divisent (fig. 17, 25, 35); autrement dit, ils doivent leur existence souvent, sinon toujours, aux parties aberrantes de la chromatine. Dans le cas de la fig. 37, où le corpuscule intermédiaire s'est divisé apparemment lors de la division complète des cellules, lesquelles ne restent en connexion qu'au moyen d'un mince lien central, ses deux parties, se trouvant aux sommets des faisceaux achromatiques, peuvent être aussi considérées comme des centrosomes, par analogie avec le cas de la fig. 7, où la figure achromatique est en connexion intime avec la couche superficielle du corps cellulaire.

En tout cas les corpuscules intermédiaires et ceux du fuseau

nucléaire ne sont pas des formations permanentes et, autant qu'on peut conclure d'après tout ce que nous avons exposé, n'ont pas de rapport immédiat à la division cellulaire. Nous trouvons d'autres particularités qui les concernent chez Solger [10; p. 38] et chez Flemming [7; p. 79].

La tentative de Watasé d'identifier avec les microsomes du protoplasme les centrosomes, les corpuscules intermédiaires et d'autres serait digne de la plus grande attention, si ses microsomes présentaient une formation plus réelle. L'identification avec les microsomes du cytoplasme de tous les grains qui se colorent me paraît arbitraire, d'autant plus que l'idée même du microsome n'est pas dans ce cas suffisamment déterminée. Néanmoins, l'idée fondamentale de Watasé se rapproche assez de celle que je me suis faite depuis longtemps relativement au rôle des parties constitutives de la cellule, idée que j'expose dans mes cours et qui peut être déduite, à ce qu'il me semble, de toutes les données exposées relativement à la division indirecte chez les Sélaciens.

Me réservant le droit d'y revenir avec plus de détails une autre fois, je me bornerai à présent à une série de positions, lesquelles se basent immédiatement sur mes observations exposées dans cet article.

---

1. Le réseau du corps cellulaire (plastine) et celui du noyau (linin) ne présentent pas des formations qui soient morphologiquement limitées d'une manière très prononcée (fig. 3, 9—11, 13—15, 21, 26, 29).

2. La matière chromatique du noyau, en se détachant graduellement dans le réseau du linin, est capable de s'y mouvoir, fait qui explique la variété des figures nucléaires lors de la karyokinèse.

3. Dans les cas normaux la chromatine acquiert un caractère plus ou moins permanent, apparaissant sous l'aspect de chromosomes, auxquels appartient une disposition typique déterminée pour chaque état du noyau. Dans les cas anormaux les parties chromatiques peuvent avoir une forme variée et indéterminée et se trouver même hors des limites du noyau (fig. 6—10, 21, 26—29, 32, 37), rappelant ainsi les rapports qui peuvent être indiqués relativement aux noyaux des microorganismes [12].

4. La figure achromatique, contenant le fuseau nucléaire central et la figure rayonnante (sphère attractive), se forme, d'un côté, du réseau du noyau, de l'autre, de celui du corps cellulaire et présente ainsi un élément qui les lie organiquement (fig. 3—6, 8—11, 22, 29, 30).

5. Les filaments réunissants (*Verbindungsfäden*) qui apparaissent dans les anaphases après la division des chromosomes filiaux et leur éloignement mutuel, doivent avoir une origine linéine. Appartenant ainsi au réseau nucléaire, ils forment avec les demi-fuseaux (faisceaux coniques des filaments achromatiques, réunissant les chromosomes avec les points polaires) un système général, dans lequel se déplacent les éléments chromatiques; par conséquent, la longueur des filaments réunissants est en dépendance inverse des filaments des demi-fuseaux (fig. 12, 26, 30, 32).

6. Etant liés avec le réseau nucléaire, les filaments réunissants peuvent se trouver en connexion immédiate avec le réseau du corps cellulaire (fig. 13—15), ce qui est typique pour le reste du réseau nucléaire.

7. Comme les sphères attractives, ou plutôt, les figures rayonnantes (*Astrosphaerae*) se forment au compte du réseau du noyau et du corps cellulaire, il n'y a pas de fondement pour admettre l'existence d'un archoplasme spécial. La figure rayonnante elle-même est l'expression du groupement des parties constitutives de la cellule.

8. Dans la cellule en repos, surtout si sa forme se rapproche de la sphérique et son équilibre intérieur n'est pas interrompu, le noyau paraît comme centre naturel. Mais si l'équilibre est de quelque manière interrompu (p. ex. par la pression, l'influence de la masse des cellules voisines, le tendement par suite de la croissance et la multiplication etc.) la centration des parties constitutives de la cellule peut aussi trouver lieu hors du noyau dans un point (fig. 3, 4, 23) ou dans plusieurs (fig. 21, 22).

9. La structure radiale du corps cellulaire peut être occasionnée par le noyau venu de dehors, comme cela arrive lors de la fécondation. Après l'entrée dans l'oeuf du spermatozoïde (*Echinodermata*) et la formation du prénoyau mâle, une figure rayonnante indépendante se forme autour de ce dernier. Dans un certain moment, la figure

rayonnante est aussi observée autour du prénoyau femelle. Lors de la réunion des deux prénoyaux la radialité double est de nouveau remplacée par une seule. La radialité partielle dans le corps cellulaire peut être occasionnée par la partie de la chromatine qui s'est séparée.

10. La division des cellules est l'issue naturelle de l'interruption de leur équilibre intérieur; par conséquent l'apparition au dedans d'elles de deux centres est le premier signe de la division qui commence. C'est une question de l'avenir, jusqu'à quel degré cette apparition est préparée dans le réseau de la cellule et celui du noyau et combien elle dépend des conditions physico-chimiques extérieures et intérieures. En tout cas, les changements dans le noyau amenant la division (mitosis) sont intimement liés avec l'interruption de l'équilibre intérieur dans la cellule, comme dans le tout.

11. Dans les conditions normales, quand la cellule qui se divise ne subit pas l'influence des conditions extérieures particulières, la distribution de ses parties constitutives amène une figure symétrique, comme on le représente dans les anaphases (fig. 12); tandis que dans le cas opposé la symétrie s'interrompt, la sphère attractive se remplace par des noeuds irréguliers de forme très variée (fig. 8—11); les filaments du fuseau ne se rassemblent pas alors dans un point, mais dans plusieurs, surtout là, où l'on rencontre des parties séparées de la chromatine, et il ne peut y être alors aucune question du centrosome; les deux moitiés du fuseau peuvent être aussi assymétriques.

12. La sphère attractive ne présente donc pas de caractère permanent. Conformément à cela, les centrosomes ne peuvent être considérés comme des formations morphologiquement déterminées. Il s'est trouvé d'après les dernières observations de M. Heidenhain [13], de Zimmermann [8] et de Eismond [5] que cette formation n'est pas obligatoire pour les autres éléments cellulaires sous une telle forme comme on la décrit dans les oeufs qui commencent à se diviser (Van Beneden, Boveri). Souvent le centrosome, c'est à dire le corpuscule qui se colorie dans le noeud des filaments achromatiques (sphère attractive) qui se joignent, est représenté par un grain séparé de la chromatine (fig. 8, 10, 27 et d'autres). Quelquefois on observe au lieu des centrosomes des chromosomes entiers, qui y ont été entraînés au

commencement de la division cellulaire (fig. 6). Le plus souvent les points coloriés au centre de la sphère attractive (fig. 1, 3—5, 12 et d'autres), lors d'une étude plus minutieuse avec des objectifs plus forts, présentent un noeud central des mêmes filaments et des mêmes petits fils, lesquels prennent part dans la formation de la figure rayonnante de la sphère attractive (fig. 22, 23). Très souvent le centrosome manque entièrement. Dans ces cas la figure rayonnante, à part d'autres causes, pouvait être produite par la présence à son centre d'une partie de la chromatine, laquelle y a occasionné une structure radiale (parce que, apparemment, elle a une influence particulière sur le réseau cellulaire) et a ensuite disparu, par suite de sa faculté indiquée de se déplacer dans la cellule.

13. Cette faculté admet l'existence de ses particules minimales dans différentes parties du réseau nucléaire lors de la division, même quand les chromosomes se forment normalement. Ses parties peuvent se trouver dans les demi-fuseaux nucléaires (fig. 9, 27—29), elles peuvent être aussi dans les filaments réunissants (fig. 32, 37). Dans ce dernier cas elles correspondent aux corpuscules du fuseau central de von Kosta-necki. Il est très probable que le corpuscule intermédiaire de Flemming doit aussi son origine à la chromatine, dans les cas où il est très prononcément colorié (fig. 17, 35, 37). Souvent il manque cependant entièrement, quoique les conditions semblent lui être favorables (fig. 18 de 20, 36, 38).

14. Lors de la division des cellules la division préliminaire des centrosomes et des sphères attractives (Boveri, Kölliker) n'est pas de rigueur. Un centrosome de la cellule fille est immédiatement hérité de la cellule mère. L'autre peut provenir du corpuscule nommé intermédiaire (fig. 17, 35, 37). Lors du passage du noyau à l'état de repos, le second chromosome se rapproche du premier (fig. 25). Si le centrosome pouvait être considéré comme organe permanent, on y aurait une bonne preuve de sa dualité.

15. Suivant tout ce qui a été dit, les sphères attractives et les centrosomes qui sont l'expression de l'interruption de l'équilibre intérieur dans la cellule et des conditions accidentelles, doivent être plutôt considérés, comme des marques visibles de la division et ses résultats,

et non comme des organes indépendants guidant la division cellulaire. Leur existence dans les cellules en repos (très rarement observée) peut être considérée comme un héritage de l'état transitoire pendant la division. Normalement il n'y a pas de centrosome dans la cellule qui ne se divise pas (p. ex. dans l'oeuf qui se développe) et il n'y a pas assez de fondement pour le chercher dans le corps de la cellule ou dans le noyau.

---

Conformément aux faits exposés dans cet article, un rôle sérieux est attribué, dans les phénomènes de la division et de la formation de structures intracellulaires compliquées, aux procès physico-chimiques qui ont lieu dans le substratum en principe morphologiquement homogène, ainsi qu'a dû apparaître primitivement la substance même de la vie — le protoplasme. Un tel point de vue sur la question des sphères attractives et des centrosomes m'oblige de m'exprimer contre l'opinion de la plupart des savants qui s'occupent maintenant de la structure et la division des cellules. Un adversaire plus décidé de cette opinion est depuis peu Bürger [14] qui compte la sphère attractive avec le centrosome „nicht für ein Organ der Zelle, sondern für eine Erscheinung in der Zelle, die sich auf mechanische Ursachen zurückführen lassen muss (l. c. p. 224)“. Ce n'est cependant pas à lui, comme il le pense, qu'appartient sous ce rapport la priorité. Deux années à peu près avant lui, nous trouvons chez Eismond [1; p. 9] une indication relative au caractère accidentel de l'apparition des sphères attractives; l'auteur vient maintenant de développer ses points de vue d'une manière plus détaillée [5].

Janvier 1894.

---

*P. S.* Mes conclusions sus-mentionnées coïncident aussi avec les recherches de M<sup>r</sup>. Roudnew, Sur la division karyomitotique des blastomères chez les poissons osseux. (Séance de la section de biologie de la Société des naturalistes de Varsovie, le 14/26 Mai 1894).

---

## Ouvrages cités.

1. О. П. Эйсмодъ. Обь отношеніи ядра къ клеточному тѣлу и о дѣленіи клетокъ. Протоколы отдѣленія биологій Варш. Общ. Ест. г. II, № 3, 1890.
2. K. von Kostanecki, Ueber die Schicksale der Centralspindel bei karyokinetischer Zellteilung. Anatomische Hefte. Bd. II. 1892—1893.
3. S. Watasé, Homology of the Centrozome. Journal of Morphology. Vol. VIII, Nr. 2. 1893.
4. П. Н. Митрофановъ. О непрямомъ клеточномъ дѣленіи у селацин (предвар. сообщ.). Засѣданіе отдѣл. біол. Варш. Общ. Ест. 29 октября 1893.
5. О. П. Эйсмодъ. Нѣкоторыя дополненія къ ученію о центральномъ тѣлѣ клетки. Раб. изъ Зоот. Лабор. Варш. Унив. IX. 1893.
6. O. Hertwig, Zelle und Gewebe. 1892.
7. W. Flemming, Zelle. Merkel's Ergebnisse etc. Bd. I. 1892.
8. K. W. Zimmermann, Studien über Pigmentzellen. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. XLI. 1893.
9. L. F. Henneguy, Nouvelles recherches sur la division cellulaire indirecte. Journal de l'anat. et de la physiol. par Pouchet. vol. XXVII. 1891.
10. B. Solger, Zelle und Zellkern. Tiermedizinische Vorträge. Bd. III. Heft 1 2. 1892.
11. О. П. Эйсмодъ. Къ вопросу о дѣленіи клеточнаго тѣла Работы изъ Зоотом. Лабор. В У. IV, 1892.
12. P. Mitrophanow, Étude sur l'organisation des Bactéries. Internation. Monatschrift für Anatomie und Physiologie. 1893. Bd. X. H. 11. S. 475.
13. M. Heidenhain, Ueber die Centralkörpergruppe u. s. w. Ergänzungsheft zum VIII. Jahrgang des Anatom. Anzeigers. 1893.
14. O. Bürger, Was sind die Attractionssphären und ihre Centralkörper? Anatom. Anzeiger. VII. Jahrgang. Nr. 7/8. 1892.

## Explication de la planche.

Les figures 1—29, 31, 32, 34, 37 et 38 sont prises des coupes des embryons du raquin (*Acanthias vulgaris*) de 14—24 mm de longueur; les figures 30, 33, 35 et 36 — de celles des embryons de la raie (*Raja stellata* de 15 jours) de 4,5—5,0 mm à peu près de longueur. Les embryons des raquins étaient traités avec le mélange chromo-acétique; ceux de la raie avec 3 % de l'acide nitrique. La coloration est dans les deux cas une forte solution alcoolique du hématoxylin avec le chlorure de calcium. Les matériaux ont été recueillis en 1887 à Roseoff, les préparations ont été faites en 1889. D'abord elles ont été étudiées à l'aide du semi-apochromat de Reichert No. 18a ( $\frac{1}{12}$ ); c'est au moyen de lui que sont dessinées les fig. 1—20. Définitivement les observations ont été contrôlées à l'aide de l'apochromat de Zeiss 2: 1,30 (au moyen de lui sont dessinées les fig. 21—38) et avec la lampe de gaz de Auer.

- Fig. 1. Embryon de raquin de 19 mm de longueur. Cellule cérébrale, observée du pôle.
- Fig. 2. Embryon de raquin de 14 mm de longueur. Du fond de la vésicule auditive. Deux centrosomes.
- Fig. 3. Le même. Du tissu conjonctif. Un centrosome dominant la cellule et une centration à peine exprimée des rayons protoplasmiques de l'autre côté du noyau.
- Fig. 4. Le même; de la moëlle épinière. Un centrosome et un chromosome grossier.
- Fig. 5. Un embryon de raquin de 19 mm. Du tissu conjonctif. Deux centrosomes symétriques et un chromosome grossier.
- Fig. 6. Le même; de l'épithélium d'un germe du foie. A un pôle se trouvent au lieu d'un centrosome trois chromosomes qui se joignent pas leurs bouts.
- Fig. 7. Le même. Un globule rouge sanguin, changé en partie par les réactifs. Les centrosomes (sphères attractives) se trouvent en connexion avec la couche la plus superficielle du corps cellulaire.
- Fig. 8. Un embryon de raquin de 14 mm. Du tissu conjonctif. Dans les régions des sphères attractives se trouvent plusieurs corpuscules foncés qui concentrent autour d'eux le protoplasme.
- Fig. 9. Un embryon de raquin de 19 mm. Un globule sanguin. Métakinèse. Les chromosomes sont disposés irrégulièrement; une partie de la chromatine semble être entraînée dans les faisceaux achromatiques lesquels à leur tour ne sont pas coordonnés avec les pôles et sont liés avec le réseau protoplasmique.
- Fig. 10. Le même. Les faisceaux achromatiques sont en connexion avec le réseau protoplasmique, mais aux pôles des points foncés sont visibles, correspondant aux centrosomes.
- Fig. 11. Le même. Aux deux pôles se trouvent des amas du protoplasme dont les rayons se dirigent vers la surface de la cellule. Le fuseau achromatique n'est presque pas exprimé.
- Fig. 12. Le même. Du cristallin de l'oeil, à la limite entre les fibres du cristallin et l'épithélium extérieur.
- Fig. 13. Le même. Du tissu conjonctif. Dispirem. A la place des filaments réunissants le réseau protoplasmique présente un petit nombre de noeuds.
- Fig. 14. Le même. Globule sanguin. Aux pôles, presque à la surface de la cellule, se trouvent deux centrosomes; la chromatine est représentée d'un pôle par un chromosome, de l'autre-par deux. Les filaments réunissants se déchirent et sont représentés principalement par des rayons protoplasmiques.
- Fig. 15. Le même au stade du dispirem.
- Fig. 16. Un embryon de raquin de 19 mm. Du tube cérébral. Dispirem; filaments réunissants.
- Fig. 17. Un embryon de raquin de 14 mm. De l'épithélium du canal central du tube nerveux. Deux cellules qui viennent de se diviser et dont les centrosomes distals sont évidemment hérités de la cellule mère; de l'autre pôle, les cônes achromatiques se rassemblent dans un point, qui peut être considéré comme un centrosome commun et peut correspondre en même temps au corpuscule intermédiaire de Flemming.
- Fig. 18. Un embryon de raquin de 19 mm. Du cerveau. Moment de la division succédant au stade qui vient d'être décrit (fig. 17).



- Fig. 19 et 20. Le même. De l'épiderme de l'arc branchial. Moments ultérieurs de la division comparativement avec les fig. 17 et 18.
- Fig. 21. Un embryon de raquin de 22—24 mm. Du tissu conjonctif. Figure achromatique asymétriquement exprimée et particules séparées de la chromatine (?) dans le corps cellulaire.
- Fig. 22. Le même. Du mésoderme de l'arc branchial. Spirem; double centrosome.
- Fig. 23. Un embryon de raquin de 22—24 mm. Du mésoderme près de la notocorde. Deux parties chromatiques nucléaires et un centrosome.
- Fig. 24. Un embryon de raquin de 23 mm. Du mesonephros (épithélium). Spirem. Double centrosome d'un côté et des faisceaux achromatiques qui divergent de l'autre.
- Fig. 25. Un embryon de raquin de 22—24 mm. Du cerveau. Division qui n'est pas complètement finie. Dans la cellule supérieure se trouvent deux centrosomes et un faisceau achromatique, dont la moitié inférieure avec le centrosome est évidemment provenue des filaments réunissants.
- Fig. 26. Un embryon de raquin de 22—24 mm. Du cerveau. Connexion des segments chromatiques avec les faisceaux achromatiques; parties chromatiques libres *ch*. Des faisceaux achromatiques vont aussi en s'écartant dans le corps de la cellule.
- Fig. 27. Le même. Du mesonephros. Grains chromatiques à la place du centrosome. Dans la partie supérieure de la cellule droite et de la gauche les faisceaux achromatiques ne se rassemblent pas dans un point et forment des noeuds irréguliers avec des grains chromatiques.
- Fig. 28. Le même. La chromatine a l'aspect d'un noeud irrégulier et de deux parties dont l'une est libre et l'autre est entraînée dans le faisceau achromatique.
- Fig. 29. Le même. Du mésoderme. La chromatine est disposée irrégulièrement et hors d'elle se trouve le fuseau achromatique (central).
- Fig. 30. Un embryon de raie de 15 jours. Du bout postérieur de l'intestin avec des grains vitellins *d*.
- Fig. 31. Un embryon de raquin de 22—24 mm. De la lamelle musculaire avec une goutte de graisse? *f*.
- Fig. 32. Le même. Du cerveau. Connexion des chromosomes avec les faisceaux achromatiques.
- Fig. 33. Un embryon de raie de 15 jours. De la partie postérieure de l'intestin. Déchirure des filaments réunissants.
- Fig. 34. Un embryon de raquin de 22—24 mm. Du tube cérébral. Division inachevée de la cellule et serrement des filaments réunissants.
- Fig. 35. Un embryon de raie de 5 mm. Du cerveau.
- Fig. 36. Un embryon de raie de 5 mm. Du tissu conjonctif près du cerveau.
- Fig. 37. Un embryon de raquin de 22—24 mm. Du tissu conjonctif. Corpuscules de Kostanecki et les intermédiaires.
- Fig. 38. Le même. Du mésoderme de l'arc branchial. Les filaments réunissants forment plusieurs faisceaux considérables qui lient les deux cellules filles.



## Neuere Beiträge zur Reform der Kraniologie.

---

### *III. Ueber die systematische Untersuchung der kraniometrischen Variationsreihen, sowie über die Bestimmung des charakteristischen Schädeltypus mittels der Wahrscheinlichkeitsrechnung*

von

**Prof. Dr. Aurel v. Török,**

Direktor des anthropologischen Museums zu Budapest.

---

(Fortsetzung.)

Da man bisher mit den Schädelserien nichts für die Wissenschaftersprießliches anzufangen wusste, indem man bisher so höchst verwickelte Probleme der Wissenschaft mit einer staunenswerten Leichtigkeit behandelte und dabei immer mit der grössten Präpotenz der Autorität verfuhr, so wird es behufs Verhinderung der weiteren Irrtümer nötig sein, hier nochmals die Frage präcis zu formulieren: warum wir denn eigentlich Schädelserien untersuchen müssen?

Wir müssen Schädelserien deshalb untersuchen und eingehend studieren, damit wir aus ihnen irgend einen präzisen Schluss auf die betreffende Menschengruppe — von welcher dieselben herkommen — ziehen können. Speziell: wir wollen erfahren, welche Variationen der Schädelform (Typen) bei der betreffenden Gruppe dominieren und wie sich diese dominierenden Variationen (Typen) zu den übrigen vorkommenden Variationen (Typen) verhalten. *Haben wir also die bereits erörterten Momente der Variationsreihen erforscht, so können wir Schlüsse ziehen, freilich aber nur mit der Beweiskraft desjenigen arithmetischen Verhältnisses, in welchem die Anzahl der untersuchten*

*einzelnen Schädelformen zur Anzahl der zu der betreffenden Menschengruppe gehörigen Individuen steht.*

Ich musste diese Frage hier deshalb besonders hervorheben; da ein Jeder, der sich der Kraniologie ernsthaft widmen will, aus der bisherigen gesamten Litteratur hierüber weder sich einen Rat zu holen, noch eine nähere Orientierung zu verschaffen vermag. Aber auch noch deshalb, weil man bisher seit Stieda's Versuch bis auf den heutigen Tag in Bezug auf die Frage: ob mittels der Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung ein gewisser Typus (Kollmann's „Rasse“) sicher nachgewiesen werden könnte, noch nicht mit sich im klaren ist.

Herr Stieda meint: „Man ist mit Hülfe der Zahl  $r$  schon im stande, an einer kleinen — etwa 10 Glieder umfassenden — Reihe eine entsprechende Curve zu ziehen; freilich unter der Voraussetzung, dass es sich wirklich um einen Typus handelt“ (a. a. O. S. 172); ferner: „Ich brauche wohl kaum noch hinzuzufügen, dass alles eben auf der Voraussetzung beruht, dass man es hier wirklich mit einem *einzig*en Typus zu thun habe. Wenn das *nicht* der Fall ist, dann hat diese Methode kaum einen Wert“ (a. a. O. S. 178), und endlich: „Wie ersichtlich, giebt die auf Grund der theoretisch berechneten Zahlen gezeichnete Curve offenbar keine Ausgleichung der Curve, welche auf Grund der empirischen Messungen entworfen ist. Es scheint mir, dass es sich hier gar nicht um *einen* einheitlichen Typus, sondern um *zwei* Typen handelt, oder anders ausgedrückt, dass die Messungen Schädel zweier verschiedener Typen betreffen“ (a. a. O. S. 180).

Auf Grundlage meiner Untersuchungen kann ich leider diese Behauptungen nicht in Einklang mit den Thatfachen bringen, und bin genötigt, die Ursache des Fehlers einerseits auf die mangelnde Formulierung des Begriffes: eines „kranimetrischen Typus“ und andererseits auf die Verwechslung des mathematischen Wesens einer Variationsreihe mit der ethnologischen Frage einer Schädelserie — von seiten des hochgeschätzten Forschers zurückzuführen.

Meine Untersuchungen haben nämlich jene Thatfache zur Evidenz gebracht: dass 1. die Wahrscheinlichkeitsrechnung nur die mathematische Beschaffenheit der Schädelserien — als Variationsreihen, nicht aber die Frage des ethnologischen Typus: ob nämlich irgend

*eine Schädelserie aus einem oder zwei oder mehreren Typen (Rassen) zusammengesetzt ist — aufklären kann, und dass: 2. die Methode der Wahrscheinlichkeitsrechnung auch ohne die Voraussetzung: „dass man es hier wirklich mit einem einzigen Typus zu thun habe“, ihren vollen Wert haben muss und deshalb bei kraniologischen Forschungen unbedingt anzuwenden sei.*

Da die Ansichten des berühmten Gelehrten bisher nicht kritisch beleuchtet worden sind, so musste ich den Irrtum hier ganz scharf hervorheben, und ich werde weiter unten noch hierüber die nähere Aufklärung geben. Zunächst will ich aber die weitere Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung noch vorausschicken.

Wenn wir statistische Berechnungen (z. B. über die Körperlänge, Geburtsfälle, Todesfälle, Krankheitsfälle, Criminalfälle etc.) eines Landes machen, so ist unser hauptsächliches Augenmerk darauf gerichtet, um: einerseits den wahren Mittelwert zu erfahren, und andererseits um zu erfahren: wie die einzelnen von dem Mittelwert verschiedenen Wertgrössen sich gegenseitig und zum Mittelwert verhalten. Da es aber offenbar unmöglich ist, jede Einzelzahl dieser Unterschiede der Wertgrössen bei einer langen Variationsreihe im Sinne zu behalten, damit wir also die Manipulation bei der Beurteilung der Einzelwerte erleichtern können, so müssen wir auf Grundlage einer constanten Einheit die einzelnen Kategorien der Wertgrössen (Glieder) aufstellen. Bei unseren drei Reihen sind es die Einheiten der ganzen Zahlen. Es ist also die erste Manipulation bei den Variationsreihen, dass wir die einzelnen Wertgrössen (Glieder) nach constanten Kategorien ordnen; dabei befolgen wir die aufsteigende Reihe der Wertgrössen. Wir ordnen die Reihen, indem wir mit der allerkleinsten Wertgrösse beginnen, um zuletzt zur grössten zu kommen (wie ich dies auch in Bezug auf die Kollmann'sche Schädelserie in der Tabelle im vorigen Aufsatz gethan habe). Wenn wir nun eine derartig geordnete Schädelserie (z. B. Variationsreihe der Indices) überblicken, so müssen wir bemerken: dass die Reihenfolge nicht immer continuierlich ist, also zwischen den einzelnen Kategorien Unterbrechungen (Lücken) vorhanden sind; und ausserdem noch, dass, während gewisse Kategorien (Wertgrössen) sich verschiedentlich wiederholen (d. h. verschiedentlich häufig

vorkommen), andere wieder nur ein einziges Mal vorkommen. Mit einem Worte: es ist die schon öfters hervorgehobene Launenhaftigkeit der Wertgrößen der Variationsreihen auch nach diesem Ordnen zurückgeblieben, welche Launenhaftigkeit wir einfach den Zufälligkeiten zuschreiben müssen, die bei derartigen Erscheinungen unvermeidlich sind. — Es ist leicht einzusehen, dass wir aus solchen geordneten, aber immer noch roh gebliebenen Variationsreihen, wenn wir auch die Wertgrößen  $M$ ,  $Oe$ ,  $r$ ,  $R$  schon bestimmt haben, noch immer nicht sicher ersehen können: wie sich die arithmetische Mittelzahl ( $M$ ) zu den übrigen Wertgrößen und diese wiederum sich gegenseitig verhalten — somit wir den vorhin erwähnten Zweck der statistischen Untersuchung auf diese Weise noch immer nicht erreichen konnten. Um dies aber thun zu können, müssen wir von dem Standpunkte der Gesetzmässigkeit der „zufälligen Erscheinungen“ ausgehen und dieselbe mittels der Wahrscheinlichkeitsrechnung für die betreffende Variationsreihe berechnen.

Da die Gesetzmässigkeit der Variationsreihen eine allgemeingültige ist, so kann es sich für einen jeden speciellen Fall derselben nur um die specielle Anwendung derselben handeln, und hierfür sind gewisse Lehrsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung maassgebend, die wir zum Teil hier schon öfters erwähnt haben.

Die Wahrscheinlichkeitsrechnung geht von dem Standpunkt aus, dass für eine jede beliebige Variationsreihe das allerwahrscheinlichste System der Wertgrößen hergestellt werden muss; *dies ist aber nur bei einer solchen Reihe möglich, bei welcher die Summe der Quadrate der einzelnen Differenzen (Abweichungen) von der Mittelzahl am kleinsten wird.* Da aber, wie ich schon weiter oben hervorhob, die Gesetzmässigkeit der zufälligen Erscheinungen nur bei Inbetrachtung aller möglichen Zufälligkeiten (Chancen) mit Sicherheit nachgewiesen werden kann, so muss auch die Wahrscheinlichkeitsrechnung dieses Moment in Betracht ziehen und jedwede Reihe von diesem Standpunkte aus beurteilen. Zieht man theoretisch alle möglichen Zufälligkeiten in Betracht, so muss man einerseits unendlich lange Reihen (Reihen mit unendlich vielen einzelnen Wertgrößen) und andererseits solche Reihen zur Grundlage der Erörterungen nehmen, wo die Ueber-

gänge zwischen den einzelnen Kategorien der Wertgrößen (d. h. die Abweichungen, Differenzen) unendlich viel und dabei unendlich klein sind. Denn nur unter diesen zwei Bedingungen kann die Reihe der Variationen eine continuierliche (nirgends unterbrochene) sein, wie dies zur exacten Evidenz der Gesetzmässigkeit nötig ist. — Diese Bemerkung soll uns schon im Vorhinein von jedweder Illusion in Bezug auf die Entdeckung von Gesetzmässigkeiten in der Kraniologie warnen! Alles, was wir in der Kraniologie eventuell erreichen können, besteht nur in einer gewissen Wahrscheinlichkeit von Gesetzmässigkeiten!

Die Wahrscheinlichkeitsrechnung selbst beruht auf der Theorie der kleinsten Quadrate.

*Der Sinn besteht hier darin, dass, weil ein solches System der einzelnen Wertgrößen angestrebt werden muss, wobei die Summe aller Differenzen (Abweichungen) möglichst klein ausfallen soll, folglich die Berechnung ebenfalls von infinitesimalen (unendlich kleinen) Differenzen ausgehen soll, so muss die Quadratrechnung zur Hülfe genommen werden.* Diese wirkt, um mich gemeinverständlich auszudrücken: wie ein Vergrößerungsglas (Mikroskop oder Teleskop), wodurch wir Werte und Wertunterschiede genau präzisieren können, die ohne die Anwendung der Quadrate gänzlich unbemerkt bleiben; freilich müssen dann dieselben weiterhin mittels der Differential- und Integralrechnung behandelt werden.

Um uns eine ungefähre Idee von der Wirkung der Quadrate zu verschaffen, will ich mich folgender Demonstration bedienen. Ich habe vorhin hervorgehoben, dass das wahrscheinlichste System einer Variationsreihe diejenige ist: wobei die Differenzen der einzelnen Wertgrößen am kleinsten sind. Es ist somit einfach klar, dass bei einer jeden gegebenen Variationsreihe also darnach getrachtet werden muss, derselben eine solche Gliederung (Anordnung und Zusammensetzung der einzelnen Wertgrößen) zu geben, wobei die Differenzen möglichst verkleinert werden; dies kann aber nur daraus ersehen werden, wenn man die Wertgrößen dieser Differenzen zum Quadrat erhebt. Als Beispiel diene hier eine kleine Serie von Wertgrößen, welche die Differenzen irgend einer Variationsreihe repräsentiert.

$\delta$	$\delta^2$
0.001 . . . . .	0.000001
0.002 . . . . .	0.000004
0.003 . . . . .	0.000009
0.004 . . . . .	0.000016
0.005 . . . . .	0.000025
0.01 . . . . .	0.0001
0.02 . . . . .	0.0004
0.03 . . . . .	0.0009
0.04 . . . . .	0.0016
0.05 . . . . .	0.0025
0.1 . . . . .	0.01
0.2 . . . . .	0.04
0.3 . . . . .	0.09
0.4 . . . . .	0.16
0.5 . . . . .	0.25
$\Sigma(\delta) = 1.6665 = 1.7$	$\Sigma(\delta^2) = 0.55555 = 0.6$

Wie wir also ganz deutlich sehen, müssen die Differenzen, um ihre Summe möglichst verkleinern zu können, aufs Quadrat erhoben werden. Die Anwendung der „kleinsten Quadrate“ bei der Wahrscheinlichkeitsrechnung fällt aber insbesondere deshalb so schwer ins Gewicht, weil, wie wir bereits wissen, in der Gesamtheit der zufälligen Erscheinungen eben diejenigen Wertgrößen am häufigsten in der Variationsreihe vorkommen, welche die kleinste Abweichung (Differenz) von der arithmetischen Mittelzahl aufweisen; hingegen diejenigen, welche eine grössere Abweichung (Differenz) aufweisen, immer seltener vorkommen. Je kleiner aber eine Wertgrösse innerhalb einer Einheit ist, umso mehr muss auch dieselbe durch das Quadrat verkleinert werden, z. B. 0.001 und  $(0.001)^2 = 0.000001$ , hingegen 0.4 nur  $(0.4)^2 = 0.16$ . Wenn wir uns hierüber ganz klar geworden sind, so können wir sofort einsehen, dass die behufs Berechnung der „wahrscheinlichen Abweichung“ benutzte zweite Formel:  $r_2 = 0.6745 \sqrt{\frac{\Sigma \delta^2}{N-1}}$ , wo die Summe der Quadrate der Differenzen ( $\Sigma \delta^2$ ) genommen wurde, als viel präziser betrachtet werden muss, als die erste Formel  $r_1 = 0.8453 \frac{\Sigma \delta}{N}$ , wo nur einfach die Summe der Differenzen genommen wird.

Wir haben hier, bei unseren drei Reihen ( $c$ ,  $d$ ,  $e$ ), des Studiums wegen  $r$  und  $R$  eben immer nach beiden Formeln berechnet, und nun

wollen wir aus den hierbei gemachten Erfahrungen die Consequenzen ziehen. Die Belehrung ist hier deshalb so handgreiflich, weil ich drei solche Reihen gewählt habe, wo sowohl die Anzahl der Glieder ( $N=11$ ), wie auch die arithmetische Mittelzahl ( $M=20$ ) gemeinschaftlich ist. Wie wir bereits wissen, sind folgende Unterschiede von  $r$  hierbei herausgekommen:

für die Reihe $c$ :	$r_1 = 0.61$	$r_2 = 0.74$	Diff. = 0.13	$R_1 = 0.18$	$R_2 = 0.22$	Diff. = 0.04
" " " $d$ :	$r_1 = 5.68$	$r_2 = 6.38$	" = 0.70	$R_1 = 1.71$	$R_2 = 1.93$	" = 0.22
" " " $e$ :	$r_1 = 16.91$	$r_2 = 18.72$	" = 1.81	$R_1 = 5.12$	$R_2 = 5.67$	" = 0.55

Wenn wir hier in Betracht ziehen, dass bei der gleichen Anzahl der Glieder ( $N=11$ ) und bei derselben Wertgrösse der arithmetischen Mittelzahl ( $M=20$ ) die Differenz zwischen  $r_1$  und  $r_2$ , sowie  $R_1$  und  $R_2$  in den Reihen nicht dieselbe bleibt, sondern mit der Grösse von  $r$  und  $R$  zunimmt (wie dies die Differenzen 0.13, 0.17, 1.81 und 0.04, 0.22, 0.55 zeigen), so müssen wir sofort einsehen: dass der Unterschied im Resultat der Berechnung nach den beiden Formeln ( $r_1$  und  $r_2$ ) nicht von der Anzahl der Glieder als solchen, sondern vielmehr von der Beschaffenheit der Gliederung der Reihe (von dem gegenseitigen Verhältnis der Glieder, d. h. ihrer Wertgrössen) abhängen muss. Wir können deshalb jener Ansicht Stieda's: „Die genannte Formel (2)“ — Herr Stieda meint hier  $r_1 = 0.8453 \times \frac{\sum \delta}{N}$  — „ist übrigens eine Annäherungsformel und kann nur benützt werden, wenn die Zahl der Messungen nicht zu klein ist, mindestens zehn und darüber“ (a. a. O. S. 170—171), nicht beipflichten. Stieda hat diese Frage etwas einseitig aufgefasst. Nämlich, wie wir soeben durch die Resultate der drei Reihen nachgewiesen haben, hängt der Nutzen der Anwendbarkeit der sogenannten Annäherungsformel  $(0.8453 \cdot \frac{\sum \delta}{N})$  einzig und allein davon ab, ob zwischen den Berechnungen mittels der beiden Formeln ein geringerer oder grösserer Unterschied im Resultate auftritt, im ersteren Falle kann diese Formel angewendet werden, im zweiten aber nicht — und dies hängt nicht von der absoluten Grösse der Anzahl der Glieder, sondern einzig allein von der Beschaffenheit



der betreffenden Variationsreihe ab; weshalb wir genötigt sind, zu erklären: dass abgesehen von der Anzahl der Glieder — ob dieselbe gross oder klein ist — die Benutzung der Annäherungsformel mit um so grösseren Fehlern verbunden sein muss, je unregelmässiger die Variationsreihe beschaffen ist und dieselbe auch bei den möglichst kleinsten Variationsreihen angewendet werden kann, wenn dieselben einen symmetrischen Bau der Gliederung aufweisen; wie dies die Reihe *c* ganz unzweideutig beweist<sup>1)</sup>. Es wäre also geradezu eine Illusion, wenn man sich nur auf die grössere Anzahl der Glieder einer Variationsreihe verlassen würde; denn das wird doch niemand leugnen können: dass Variationsreihen mit geringer Anzahl von Gliedern eventuell einen viel symmetrischeren Bau aufweisen können, als Variationsreihen mit einer grossen Anzahl von Gliedern. Ich musste dies hier deshalb scharf hervorheben, weil man bisher in der Kraniaologie nach der Schablone zu arbeiten gewohnt war, und weil die Ansichten der Autoritäten ohne jede ernste Prüfung sofort für fest begründet genommen wurden.

Um nun die wesentliche Beschaffenheit der Variationsreihen weiterhin genau analysieren zu können, müssen wir jenes höchst wichtige Moment der Gesetzmässigkeit vor Augen halten: dass bei einer jeden Variationsreihe mit symmetrischem Bau der Glieder, jene Wertgrössen (Glieder) viel häufiger vorkommen (sich viel öfter wiederholen), die von der arithmetischen Mittelzahl nur geringe Unterschiede (Differenzen) aufweisen; und je mehr dieses Uebergewicht der der arithmetischen Mittelzahl zunächst liegenden Wertgrössen (Glieder) in den Vordergrund tritt, um so näher zu einander müssen auch jene Grenzen zu liegen kommen, innerhalb welcher die Hälfte der gesamten Wertgrössen (Glieder) enthalten ist. So. z. B. sind diese Grenzen ( $M - r$  und  $M + r$ ) für die Reihe *c* (wo unter den 11 Gliedern die arithmetische Mittelzahl selbst fünfmal und die zunächst liegenden Wertgrössen viermal sich wiederholen) nur durch 1.22 ( $r_1$ ) oder durch 1.48 ( $r_2$ ) Ein-

---

<sup>1)</sup> Ich werde erst bei Besprechung der Kollmann'schen Schädelserie den näheren Beweis führen, warum die Anwendung der Annäherungsformel bei Schädelserien im allgemeinen nicht gut möglich ist, weshalb ich schon hier hervorheben will, dass wir auch von dieser Seite her keine Erleichterung der Arbeit erwarten dürfen.

heiten entfernt; hingegen für die Reihe  $d$  und  $e$  (wo die arithmetische Mittelzahl nicht ein einzigesmal vorkommt und die der arithmetischen Mittelzahl zunächst kommenden Glieder entweder gar nicht oder nur einmal oder weniger häufig vorkommen, als die ihrer Wertgrösse nach erst weiter folgenden Glieder), liegen die Grenzen ( $M - r$ ,  $M + r$ ) in einem Intervall bei:  $r_1 = 11.36$  oder bei  $r_2 = 12.76$  Einheiten (für  $d$ ) und bei:  $r_1 = 33.82$  oder bei  $r_2 = 37.44$  Einheiten (für  $e$ ).

*Aus diesem Moment der Gesetzmässigkeit der Variationsreihen können wir die wichtigste, die einzig richtige Aufklärung in Hinsicht des Begriffes eines Mitteltypus irgend einer Menschengruppe schöpfen. Dieser Mitteltypus muss nämlich so beschaffen sein, dass derselbe einerseits eine centrale Stellung innerhalb aller Variationen und folglich auch den beiden entstehenden Typen gegenüber einnehme, und andererseits, dass derselbe, durch die relative grösste Anzahl der Einzelfälle (relativ grösste Häufigkeit) vertreten sei. Nur ein solcher Typus kann als wahrer, charakteristischer Vertreter irgendwelcher Menschengruppe gelten — alle anderen, die diese zwei Bedingungen nicht gleichmässig erfüllen, sind keine wahren Mitteltypen, keine wahren Vertreter der betreffenden Menschengruppen.*

(Schluss folgt.)

## Neuere Beiträge zur Reform der Kraniologie.

### *III. Ueber die systematische Untersuchung der kraniometrischen Variationsreihen, sowie über die Bestimmung des charakteristischen Schädeltypus mittels der Wahrscheinlichkeitsrechnung*

von

**Prof. Dr. Aurel v. Török,**

Direktor des anthropologischen Museums zu Budapest.

(Schluss)

Wie höchst einfach und wie selbstverständlich der Begriff eines wahren Mitteltypus nach dieser scharfen Formulierung sein muss, wird man doch einsehen können; da es hierbei ganz evident wird, dass es bei einer solchen Methode auch den Zweck der statistischen Bestrebungen zu erreichen vollkommen gelingt. Aber eben deshalb muss man darüber staunen, wie man in der Kraniologie schon ganze Folianten über die auf Grundlage der arithmetischen Mittelzahl berechneten Typen hat zusammenschreiben können, und noch immer über diese Frage ohne Aussicht auf eine endgültige Lösung discutiert!

Nun wissen wir endlich, was man bei Schädelserien und wie man es präcis suchen muss und finden kann.

Ein jeder, der hier den Erörterungen mit Aufmerksamkeit folgte, muss zu einer selbständigen Denkweise über dieses Problem gelangt sein, er bedarf nicht mehr der speciellen „Verständigungen“ der Autoren, um sein Urteil logisch richtig construieren zu können. Aber eben deshalb wird auch die grösste persönliche Autorität ihm nicht

mehr genügen können, um gänzlich unwissenschaftliche Speculationen für wertvoll anzusehen, — denn er wird sofort an den betreffenden Belegen ganz scharf abwägen können, welche Bewandtnis es mit derartigen Speculationen haben kann.

Wie wir aus den bisherigen Erörterungen der Reihenfolge nach erfahren konnten, lassen sich auch die schwierigeren Fragen der Kranio-logie ganz natürlich somit auch logisch richtig lösen, wenn man von den richtigen Principien ausgeht und dieselben streng consequent im Denken anwendet, man braucht hier keine sogenannte Genialität, man braucht hierzu nur eine streng logische Denkart und den Besitz von elementaren Kenntnissen der Mathematik.

Eine jede Wissenschaft ist nur insofern eine solche, als sie erklärbar, also wirklich lehrbar ist; und da alle Erscheinungen der Welt als Causalitäten erscheinen, so muss bei einer jeden wissenschaftlichen Frage auf das Causalitätsverhältnis gedrungen werden. Die Causalitätsverhältnisse sind sehr leicht zu lehren und anderen verständlich zu machen, wenn sie einmal wirklich aufgedeckt sind. Aber eben, wenn dies nicht der Fall ist und wenn man nur den Schein einer solchen Erkenntnis verbreiten will, ist man gezwungen, geheimnisvoll zu sein. Eine jede wahre wissenschaftliche Disciplin muss also einen „exoteren“ Charakter haben, die bisherige Kranio-logie hatte aber nur einen „esoteren“ Charakter, denn es fehlten ihr die wissenschaftlich lehrbaren Grundprincipien, an deren Stelle eben die autoritären Dogmen traten — deren Schleier zu lüften man sich einfach hütete.

Zu diesen Grundprincipien führt uns die Methode der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Sie giebt uns z. B. die vollkommene Aufklärung darüber, ob irgend eine Schädelserie sich zum Nachweis der Gesetzmässigkeit eignet oder nicht, was man auf eine andere Weise nicht erfahren kann. Und deshalb erlaube ich mir, die Frage aufzustellen: dass, wenn die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung nichts anderes als nur dieses einzig allein zu leisten vermag, ob dies nicht schon an und für sich als ausserordentlich wichtig und nützlich zur Förderung der kranio-logischen Forschung angesehen werden müsste? Aber eben deshalb muss ich weiter fragen: wie man überhaupt ohne

Kenntnis einer wirklichen Gesetzmässigkeit der Schädelformvariationen sich mit der Kraniologie wissenschaftlich beschäftigen könnte? -- Sonderbar, man führte seit jeher ostentativ im Munde, die Worte: „Gesetzmässigkeit“, „Correlationsgesetz“, ohne aber auch nur den geringsten mathematischen Beweis anführen zu können. Und nun auf einmal, wo uns, nach den bewunderungswürdigen Versuchen von Quételet, die Möglichkeit geboten wurde, die Mathematik auf sämtliche statistische Probleme der Anthropologie exact anwenden zu können, sollte die Methode der Wahrscheinlichkeitsrechnung nur unter der Voraussetzung einen Wert haben, wenn es sich bei Schädelserien um nur einen einzigen sogenannten Typus handelt!

*Gleichviel, ob es sich um einen einzigen „Typus“ („Rasse“) handelt oder nicht, die Methode der Wahrscheinlichkeitsrechnung behält vollgültig ihren Wert für die wissenschaftliche Untersuchung der Schädelserien. — Anders kann man überhaupt nicht die Schädelserien wissenschaftlich untersuchen. Ja, gerade die Frage: ob es sich um einen einzigen ethnologischen Typus oder mehrere Typen handelt, kann die Wahrscheinlichkeitsrechnung nicht zur Evidenz bringen; da diese Frage, wie ich es ausführlich schon erörtert habe, gar nicht hierher gehört. Wie gesagt, die Methode der Wahrscheinlichkeitsrechnung kann bei einer Schädelserie uns nur darüber Aufschluss geben, ob die einzelnen „individuellen“ Schädelformen betreffs der Variationen unter sich eine Gesetzmässigkeit aufweisen oder nicht. Die Frage aber: woher die einzelnen Schädelformen stammen, ob sie von sogenannten „reinen“ oder „gemischten“ ethnologischen Gruppen genommen wurden, d. h. ob sie einen einzigen sogenannten „Typus“ repräsentieren — lässt sie gänzlich unberührt, weil sie hierüber aber auch nicht den mindesten Aufschluss geben kann.*

Eben darin liegt die Trostlosigkeit der Kraniologie, dass man ganz heterogene Fragen mit einem Male lösen will, wo doch eine jede Frage für sich untersucht und gelöst werden muss!

Die fehlerhafte Supposition beruht hier darauf, dass man das Wort „Typus“ in einem solchen elastischen Sinne nimmt, welches man so drehen kann wie man will. Wie höchst sonderbar müsste der Be-

griff eines „Typus“ beschaffen sein, welcher von der Zufälligkeit abhängt: ob die Wahrscheinlichkeitscurve mit der rohen, ursprünglichen Curve im Einklang steht oder nicht? Ich habe in meiner ungarischen Monographie über den Jézoer Ainoschädel („Egy Jézó szigetbeli ájno koponyáról etc.“ Budapest 1892 auf S. 215) einerseits eine Curvenzeichnung mitgeteilt, wo die Wahrscheinlichkeitscurve mit der empirischen Curve derart im Einklang steht, dass man nach Stieda hier nur einen „einzigsten“ Typus vermuten müsste. Die Curve bezieht sich aber auf die Serie von Variationen des Cephalindex, die ich von 419 Schädeln (aus dem Werke: „Crania ethnica etc.“ von de Quatrefages et Hamy, aus Ranke's: „Die Schädel altbayerischer Landbevölkerung etc.“, aus Tarenetzky's: „Beiträge zur Kraniologie der Ainos von Sachalin etc.“ und aus Schaaffhausen's: „Die anthropologischen Sammlungen Deutschlands etc.“) zusammengestellt habe. In dieser Serie sind alle bekannten „Typen“ der Bewohner der Erde von den ältesten Spuren der Menschheit bis auf den heutigen Tag in einer einzigen Serie vereinigt, und alle diese gewiss möglichst verschiedene Typen — bilden im grossen und ganzen einen sogenannten *einzigsten* Typus nach der einseitigen Vergleichung beiderlei Curven! Zur Gegenprobe habe ich aber eine Serie von Variationen des Cephalindex von 30 Aino-Schädeln (die Daten von mehr Aino-Schädeln standen mir nicht zu Gebote), somit eine Schädelserie von einer solchen Menschengruppe genommen, die in Bezug auf die sogenannte Rassenfrage zu den verhältnismässig reinsten Rassen gehört. Der rühmlich bekannte Forscher Herr Deniker stellt die Ainos sogar als eine der Urrassen auf (s. „Essai d'une classification des races humaines basée uniquement sur les caractères physiques“. Bullet. de la Société d'Anthrop. Paris 1889. Séance du Juin 1889). Man sollte doch nach der bisherigen Anschauungsweise annehmen müssen, dass, wenn es je gelingen sollte, einen „reinen Typus“ bei den Schädelformen antreffen zu können, dies nur bei einer derartigen, in sich abgeschlossen lebenden Menschengruppe aufgefunden werden könnte; und was ist das Facit? Die beiderlei Curven ihres Cephalindex disharmonisieren derart, dass man nach Stieda's Ansicht hier wenigstens zwei „Typen“ annehmen müsste! Ich frage hier, muss das nicht ein

höchst sonderbarer Begriff eines „Typus“ sein, welchen die Wahrscheinlichkeitscurve eventuell zu einem „einzigem“ macht, wenn alle mögliche Menschenrassen in der Schädelserie vereinigt sind; und welchen sie zu einem mehrfachen machen kann, wenn die Schädelserie nur von einer einzigen, möglichst ungemischten Menschengruppe herrührt? Es ist ja doch offenbar, dass die Wahrscheinlichkeitscurve mit der Frage eines solchen „Typus“ gar nichts zu thun haben kann. *Die Wahrscheinlichkeitsrechnung giebt nur darüber Aufschluss, wie die Schädelserie thatsächlich zusammengesetzt ist, d. h. wie die einzelnen Variationen der Schädelform sich gegenseitig zu einander verhalten.* Woher die einzelnen Schädelexemplare genommen wurden, ob sie einen einzigen oder mehrere „Typen“ (Rassen) repräsentieren — darüber kann sie auch nicht den geringsten Aufschluss geben. Wie könnte dies auch möglich sein! Schon eine einfache logische Ueberlegung müsste uns diese Unmöglichkeit zur Evidenz bringen. Gewiss muss auch hier der Irrtum darauf zurückgeführt werden, dass die bisherige Kraniologie jedweder wissenschaftlichen Grundlage entbehrt, weshalb die principiellen Fragen bei keinem einzigen Problem der Kraniologie festgestellt wurden, demzufolge man bei einer jeden Gelegenheit immer wieder auf die elementaren Begriffe zurückgreifen muss, um der weiteren Verbreitung der Irrtümer möglichst Einhalt zu thun.

Ich bin deshalb hier genötigt, nochmals die Frage zu stellen: Was muss unter einem kraniologischen bez. kraniometrischen Typus verstanden werden?

Das, was ein „Modell“ für einen Künstler oder Handwerker ist, das ist auch der „Typus“ für einen Kraniologen. Der „Typus“ ist ein „Modell“, woran sich der Kraniolog bei der Untersuchung der Schädelformen der verschiedenen Menschengruppen halten muss. Dieses Modell bezieht sich auf die geometrische Form des Schädels, weshalb hier ausschliesslich nur die Principien der Geometrie in Betracht gezogen werden dürfen. Man darf hier keine anderweitigen heterogenen Gesichtspunkte etwa aus der Zoologie, Ethnologie, Psychiatrie, Criminologie, Pathologie etc. damit in Verbindung bringen, die alle für sich gesondert in Betracht gezogen werden müssen. Der wissenschaftliche

Begriff eines kraniologischen Typus an und für sich hat also mit der Rassenfrage nicht das mindeste zu thun, wenngleich wir bei den verschiedenen Menschengruppen (sogenannten Rassen) auch genötigt sind, die Schädelformen auf ihren kranimetrischen Typus zu bestimmen. Man darf das Wort „Typus“ mit dem Worte „Rasse“ weder im anatomischen noch im ethnologischen Sinne identisch nehmen, wie bisher es die Autoritäten lehrten. — Warum beruht der kraniologische Typus ausschliesslich nur auf einem geometrischen Begriff? Weil wir eben mittels Messungen die Schädelformen der verschiedenen Menschengruppen (sogenannten Rassen) näher bestimmen wollen, um die Variationen unter einander vergleichen zu können. Wenn also Messungen die Grundlage der kraniologischen Typen bilden, so sind hier nur die Principien der Geometrie allein entscheidend. Nun, wie kann, wie soll der Begriff eines kraniologischen Typus auf Grundlage von Messungen bestimmt werden? Es muss ein geometrisches Modell der Schädelform construiert werden, welches zum Vergleich aller wichtigen anatomischen Bestandteile des Schädels benutzt werden kann. Einseitige, nur einzelne anatomische Bestandteile des Schädels oder nur einzelne geometrische Verhältnisse der Schädelform in Betracht ziehende Modelle — wie sie bis jetzt aufgestellt wurden, sind nicht wissenschaftlich und deshalb auch im praktischen Sinne des Wortes von keinem Nutzen. Da aber ein jeder einzelner Schädel wegen seines individuellen Charakters von allen übrigen Schädeln verschieden ist: wie kann denn ein zur constanten Vergleichsbasis dienendes, geometrisches Modell construiert werden? *Nicht anders, als dass man möglichst viele Einzelformen innerhalb einer Gruppe, deren Schädeltypus erforscht werden soll, nimmt, dieselben systematisch kranimetrisch analysiert und die Variationen ihrer verschiedenen Indices mittels der Methode der Wahrscheinlichkeitsrechnung bestimmt. Bei diesem Studium der Variationen erfährt man erst, ob eine Gesetzmässigkeit derselben nachgewiesen werden kann oder nicht, folglich also ob ein „Typus“ näher bestimmt werden kann oder nicht. Nicht früher kann man dies erfahren. Denn ein kraniologisches „Modell“ muss auf einer Gesetzmässigkeit der geometrischen Eigentümlichkeiten der Schädelform beruhen. Worin*



besteht nun die Gesetzmässigkeit eines Typus? Darin, dass gewisse Variationen der geometrischen Verhältnisse in der Uebersahl der Fälle vorhanden sind, dass diese Variationen eine centrale Stellung innerhalb aller anderweitigen Variationen einnehmen und dass diese Variationen nur in engen Grenzen sich bewegen; so dass diejenigen Variationen, welche in weiten Grenzen sich bewegen, jenen gegenüber als extreme Stufen zu betrachten sind, die aber ihrer Anzahl (Häufigkeit) nach immer in der Minderheit bleiben müssen, und zwar, wie es die Wahrscheinlichkeitsrechnung beweist, dürfen die Differenzen der extremen Variationen — jede für sich genommen — nicht mehr als die Hälfte der Differenzen der centralstehenden Variationen ausmachen. Kann man die Variationen der geometrischen Verhältnisse einer (eine gewisse Menschengruppe repräsentierenden) Schädelserie in derartige drei Gruppen (Kategorien) einteilen, dann kann man auch den „Typus“ dieser Schädelserie exact bestimmen; ist dies nicht möglich, dann liegt es einfach nur an der ungenügenden Anzahl der Schädelexemplare selbst.

Ich muss aber hier bemerken, dass wenn die Gesetzmässigkeit und demzufolge der Typus bei einer gewissen Schädelserie auch nachgewiesen werden kann, daraus noch „toto coclo“ nicht folgt, dass dieser Typus auch für die betreffende Menschengruppe (z. B. Rasse) selbst gültig sein müsste; die Gültigkeit beschränkt sich eben nur auf die Anzahl der untersuchten Schädelformen selbst, und es ist eine ganz andere Frage, inwiefern von der Gesetzmässigkeit einer gewissen Anzahl von Schädeln ein Schluss auf die bekannte oder unbekannte Gesamtheit der Schädelformen der betreffenden Menschengruppe (Rasse) gezogen werden könnte. Auch dies bildet ein Problem der Wahrscheinlichkeitsrechnung, welches Problem meines Wissens bisher noch nie in der Kraniologie erörtert wurde. — Es muss nun doch als über allen Zweifel stehend erklärt werden, dass Kollmann's Versuch: aus 69 ausgesuchten Schädeln für die Typen der europäischen Bevölkerung Schlüsse zu ziehen, unbedingt jedweder wissenschaftlichen Denkart zuwiderlaufen muss. Da aber bei einer jeden gesetzmässig zusammengesetzten Variationsreihe, die Variationen immer in drei Gruppen

(Typen) zerfallen, so müssen auch bei jeder Menschengruppe (gleichviel ob klein oder gross die Menschengruppe ist) immer drei Grundtypen unterschieden werden; nämlich die der Anzahl (Häufigkeit der Fälle) nach grösste und centralstehende Gruppe, d. i. der Mitteltypus, oder centrale Typus d. h. der für die betreffende Menschengruppe charakteristische, dominierende Typus und die entstehenden Gruppen, d. h. extremen Typen, welche beide zusammen dieselbe Anzahl der Differenzen der mitteltypischen Schädelformen aufweisen. Wie wir sehen, ist das Grundprincip der Dreiteilung einer jeden Reihe (oder der dieselben repräsentierenden Linie) auch durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung bewiesen. — Ich kann auch hier nicht umhin, davor zu warnen, dass man ja nicht die drei Grundtypen irgend einer Schädelserie oder mehrerer Schädelserien innerhalb einer grösseren Gruppe, z. B. der Bevölkerung eines Erdteiles für absolut gültig nehme; damit man nämlich aus ihnen für ganz andere, fremde Menschengruppen gültig sein sollende Schlüsse ziehe. Denn das, was für eine bestimmte Schädelserie z. B. den Haupttypus, den centralstehenden Typus bildet, kann für andere Schädelserien zu dem einen oder anderen entstehenden extremen Typus gehören — und vice versa. Mit einem Worte, man muss sich streng an die wirkliche Beweisfähigkeit halten, und — entgegen dem naiven Verlangen der Dilettanten — sich vor jedweder wissenschaftlich unbegründeten Verallgemeinerung der Gültigkeit unserer Schlüsse hüten. Das grösste Unheil in der Kraniologie ist eben auf das Kerbholz dieser Neigung des Dilettantismus zu schreiben.

Nun komme ich auf die interessanteste Thatsache der Typenfrage, welche bisher ganz unbemerkt blieb, wiewohl sie sich schon „a priori“ bei einem regelrecht logischen Denken als notwendig ergibt. — Untersucht man nämlich die Variationsreihen der einzelnen Indices der Schädelformen von einer und derselben Schädelserie, so bemerkt man die höchst auffallende Thatsache: dass diejenigen Schädel, welche z. B. in Bezug auf den Cephalindex zusammen den „Mitteltypus“, d. i. den Haupttypus bilden, schon in Bezug auf die zwei anderen Indices (Längen-Höhen- und Längen-Breitenindex) nicht mehr zusammen bleiben, da nach der Gesetzmässigkeit der Variationen ein

Teil von ihnen zu dem einen und ein anderer Teil wieder zum anderen entstehenden Typus gerechnet werden muss. Da also nach dieser sehr wichtigen Thatsache ein einzelner Schädel nicht einmal für die drei Dimensionsverhältnisse eines und desselben Schädeltheiles (Hirnschädels) denselben Platz in den einzelnen Variationsreihen der Schädelserie einnimmt, sondern verschiedentlich variirt auftreten kann, oder mit anderen Worten: da ein einzelner Schädel schon in Bezug auf einen einzigen anatomischen Hauptteil („Zone“) zu verschiedenen Typen gehören kann, so muss man ja doch einsehen, dass wenn ein bestimmter Schädel z. B. für den Cephalindex der betreffenden Schädelserie einer Menschengruppe als charakteristisch, d. h. als typisch angesehen werden muss, daraus noch „toto coelo“ nicht gefolgert werden kann, dass er zugleich auch für die anderen Indices des Hirnschädels, somit noch weniger für alle übrigen Indices der Schädelform als typisch gelten müsste! Nun, wenn man dies einmal weiss, dann wird man erst recht einsehen müssen, auf welchem sumpfigen Boden sich die ganze bisherige Typenlehre der Schädelformen bewegt; und man wird einsehen müssen, dass das, was in den Augen des Laien für „genial“ gilt, nämlich behufs Typenaufstellung von Völkern eines Welttheiles nach Gutdünken gewisse Schädelexemplare auszusuchen, eigentlich als ein Hohn auf die Wissenschaft aufzufassen ist. Ich habe schon weiter oben erklärt, dass der Begriff des „Typus“ einer Menschengruppe ein sehr zusammengesetzter Begriff ist und nur durch Abstraction von den einzelnen „individuellen“ Schädelformen construiert werden kann. Nun wissen wir, wie diese Abstraction erfolgen muss. Um also sagen zu können, dass die charakteristische „typische“ Schädelform einer bestimmten Menschengruppe diese und jene kraniometrischen Eigentümlichkeiten besitzen muss: sind wir genöthigt, für das betreffende Schädelmaterial soviel Variationsreihen aufzustellen, wie viele Indices nach den drei Dimensionsverhältnissen aller anatomischen Hauptbestandteile der Schädelform unterschieden werden müssen; und bei einer jeden Variationsreihe der einzelnen Indices müssen der Haupt- oder Mitteltypus, sowie die zwei extremen Typen ganz gesondert festgestellt werden, so dass die wirklich charak-

*teristische oder typische Schädelform, nämlich das „Modell“, erst aus den einzelnen Resultaten dieser Variationsreihen construirt werden kann. Nun haben wir die volle Beweisführung dafür, was ich schon weiter oben angeführt habe: dass, weil es in der Natur nur „individuelle“ Schädelformen giebt, kann es auch keine solche Formen geben, die man nach jeder Richtung hin gleichmässig als „typisch“ oder „vice versa“ gleichmässig als „nicht typisch“ betrachten könnte. Es kann sich also für einen jeden einzelnen Schädel nur darum handeln: in welchem gegenseitigen Verhältnisse die für die betreffende Menschengruppe „typischen“ Charaktere zu den „nicht typischen“, d. h. zu den extrem vorkommenden Charakteren stehen. Um nichts weiteres, denn hiermit ist die ganze kraniologische Forschung der Schädelserien schon abgeschlossen!*

Zu dieser für die gesamte kraniologische Forschung höchst wichtigen Thatsache kann uns übrigens schon eine einfache logische Ueberlegung der täglichen Erfahrung führen.

Wenn jemand sich die Physiognomien der Leute aus irgend einer enger begrenzten Menschengruppe (z. B. Familie) genauer in sein Gedächtnis eingeprägt hat, der wird sich bald ein ungefähres Bild der für diese Gruppe charakteristischen, d. h. typischen Physiognomie verschaffen können. Und wenn ein solcher behufs der Probe die einzelnen „individuellen“ Gesichter der Leute mit diesem von der Gesamtheit abgeleiteten Bilde des „Typus“ vergleicht, so wird er finden müssen: dass er bei einer grösseren Anzahl der Individuen etwas von diesem, seinem Geiste vorschwebenden, also idealen Typus oder „Modell“ aufzufinden vermag; dabei wird er aber auch finden müssen, dass bei einem jeden Individuum irgend ein Zug in der Physiognomie zu bemerken ist, welcher mit dem abstrahierten, also mit dem constant gedachten „Typus“ mehr oder weniger disharmoniert. Er wird sich diese Disharmonie eben als einen speciellen, d. h. „individuellen“ Fall innerhalb des einheitlich aufgestellten Typus denken. Oder mit anderen Worten, er kommt zu demselben Resultate, wohin die Methode der Wahrscheinlichkeitsrechnung führt: *dass es nämlich kein einziges Individuum giebt, dessen Physiognomie in allen seinen Zügen für*

die betreffende Menschengruppe gleichmässig „typisch“ geformt wäre: wie es auch keine solche Physiognomien giebt, die in allen Zügen gleichmässig „nicht-typisch“ geformt wären. Die eine individuelle Physiognomie ist in diesen Zügen „typisch“ und in jenen Zügen „nicht-typisch“; ebenso wie eine andere Physiognomie wieder umgekehrt nach den einzelnen Zügen „nicht-typisch“ und „typisch“ erscheint.

Nun haben wir endlich einen sicheren mathematischen Anhaltspunkt für dasjenige, was man bisher nur nach flüchtigen, sinnlichen Eindrücken sich über einen sogenannten Typus der Schädelform vorstellen konnte, denn die Wahrscheinlichkeitsrechnung giebt uns den Beweis der Gesetzmässigkeit der Typen in die Hand; so dass fernerhin ein jeder Mensch sich genau in dieser sonst verwickelten Frage wird orientieren können, wenn er die Elemente der Wahrscheinlichkeitsrechnung inne hat — wie ich sie hier für jedermann möglichst leicht verständlich gemacht habe.

Die Wahrscheinlichkeitsrechnung benimmt der ganzen Typusfrage jenen geheimnisvollen Schleier, welcher bisher eine jede genauere Einsicht in das Problem verhinderte. Es ist durch die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung nunmehr möglich geworden, dass man gewisse Mystificationen nicht mehr als Errungenschaften wird betrachten können. Es ist ja doch klar, dass wegen des Mangels einer sicheren Orientierung man bisher eine jede Frage so auslegen konnte, wie man eben wollte; und in der That hat ein jeder Autor die Rassenfrage so gedreht und so ausgelegt, wie es seinen aprioristischen Speculationen am besten entsprach. Wenn es aber keine sichere Orientierung gab, so konnte es auch keine ernste Kritik geben, und diese Sicherheit vor einer Kritik musste zu verlockend auf jeden speculationslustigen Geist wirken, um in der Kraniologie höchst schwierige Probleme ohne Mühe und ernste Arbeit in Angriff zu nehmen<sup>1)</sup>. — Nun wird die Sache

<sup>1)</sup> Die bisherige Kraniologie, welche, wie keine andere naturwissenschaftliche Disciplin, so dilettantenmässig betrieben wurde, befand sich genau in demselben Stadium, wie die Himmelskunde zur Zeit wo man mit vielverheissenden Zaubern die grossen Probleme lösen zu können vermeinte. Es wird von Maupertuis, einem französischen Astronomen, erwähnt, dass dieser, als ihn einmal ein Freund

fürderhin doch etwas schwieriger sein, weil ein jeder in den Stand gesetzt ist, Kritik zu üben und die jeweiligen speculativen Dichtungen auf ihren wahren Wert zurückzuführen. Von nun an wird man das Hauptgewicht nicht auf die Speculationen, sondern auf die Frage verlegen müssen: ob und welche Thatsachen für die betreffenden Speculationen als Beweis angeführt werden können. Die Devise muss fürderhin in der Kraniologie lauten: „*rem bene si poteris, si non, quocunque modo rem.*“

Nachdem hier der Nachweis geliefert wurde, wie der präzise Begriff eines kraniologischen Typus auf Grundlage der Wahrscheinlichkeitsrechnung construiert werden soll; nachdem ich hier darauf hingewiesen habe, dass es keine einzige specielle Schädelform giebt, die für die betreffende Menschengruppe nach jeder Richtung hin gleichmässig als „typisch“ aufgefasst werden könnte, und da ich namentlich die Concordanz im Resultate der Wahrscheinlichkeitsrechnung mit der täglich zu machenden Erfahrung nachgewiesen habe: dass ein für die betreffende Schädelserie (einer Menschengruppe) in allen anatomischen Hauptbestandteilen (Zonen) charakteristischer „Typus“ der Schädelform nur durch Abstraction von den einzelnen „individuellen“ Schädelformen künstlich aufgestellt werden kann; so wird es fortan höchst leicht und einfach sein, sich in Bezug auf die eigentliche Aufgabe der kraniologischen Forschung zu orientieren. Denn die Methode der Wahrscheinlichkeitsrechnung ist derart präcis und klar, dass man sich über einen jeden zu unternehmenden Schritt volle Rechenschaft geben kann. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung lehrt uns hier das wahre Wissen, entsprechend dem Princip Bacon's: „*vere scire est per causas scire*“ — wodurch die maassgebenden Ansichten der Autoritäten gänzlich überflüssig geworden sind. Fortan wird ein jeder Kraniolog, ohne Anweisung der Schablonen, selbständig sein Schädelmaterial untersuchen können.

---

auf einem Canapé tief in sich versunken antraf, auf die Frage, womit er sich beschäftige, zur Antwort gab: „Je voudrais résoudre un beau problème, qui ne serait pas difficile“ (siehe hierüber: Acta Reg. Scient. Univ. Hung. Budapest, anni 1891—92, die Rektoratsrede des Herrn Dr. Baron Roland Eötvös, p. 43). — Von solchen Maupertuis wimmelte bisher die Kraniologie seit Lavater und Gall bis auf den heutigen Tag.

Ausser der Präcisierung der arithmetischen Mittelzahl ( $M - R$  und  $M + R$ ) lehrt uns noch die Wahrscheinlichkeitsrechnung: auf welche Weise die auffallende Launenhaftigkeit in der Häufigkeit der einzelnen Wertgrössen (Glieder) der Schädelserien mit der Gesetzmässigkeit der zufälligen Erscheinungen in Einklang gebracht werden kann. Wie wir schon aus den drei Reihen (*c*, *d*, *e*), sowie aus der Kollmann'schen Schädelserie deutlich ersehen konnten: folgen einerseits die einzelnen Wertgrössen weder in continuierlich aufsteigender Reihe der Werte, da zwischen den auf einander zunächst folgenden Wertgrössen einige fehlen und andererseits die einzelnen Wertgrössen sich nicht gleichmässig wiederholen, denn indem einige nur ein einzigesmal vorkommen, wiederholen sich andere ganz verschiedentlich häufig, so dass man hier eine Gesetzmässigkeit nicht aufzufinden vermag (wie z. B. in der Reihe *d* und *e*, sowie in der Kollmann'schen Schädelserie). Es fragt sich also: ob und wie eine Gesetzmässigkeit hier nachgewiesen werden könnte? Ich habe schon weiter oben den Nachweis geführt, dass im allgemeinen die Wahrscheinlichkeitsrechnung jene höchst wichtige Thatsache zur Evidenz gebracht hat, wonach diejenigen Wertgrössen (Glieder), welche von der arithmetischen Mittelzahl eine geringere Differenz aufweisen, in einer jeden Variationsreihe, wo die Gesetzmässigkeit nachgewiesen werden kann, immer viel häufiger vorhanden sein müssen, als diejenigen, welche eine grosse Differenz aufweisen. — Eben darauf beruht die Dreiteilung jeder Variationsreihe in eine centralstehende Mittelgruppe und in zwei endstehende extreme Gruppen. Und wir wissen bereits, dass, was die Anzahl der einzelnen Differenzen, nämlich ihre Häufigkeit anbelangt, die Mittelgruppe (der Mitteltypus) eine gerade zweimal so grosse Anzahl von einzelnen Differenzen aufweisen muss, als jede einzelne extreme Gruppe, d. h. dass die Anzahl der Differenzen innerhalb des Mitteltypus gleich der Anzahl der einzelnen Differenzen von beiden extremen Gruppen (extremen Typen) sein muss. Wenn wir uns aber dessen zurückerinnern, dass die Wahrscheinlichkeitsrechnung nur unter der Bedingung: dass alle möglichen Variationen in Betracht gezogen sind, die Gesetzmässigkeit ganz sicher nachzuweisen vermag, so ist es einzusehen, dass bei Schädelserien, wo

diese Bedingung nie erfüllt werden kann — auch die Gesetzmässigkeit nie ganz sicher, sondern immer nur mit irgend einem Bruchteile dieser, d. h. nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit nachgewiesen werden kann.

Nun wollen wir die Methode der Wahrscheinlichkeitsrechnung in Bezug auf die Gesetzmässigkeit der Anzahl (Häufigkeit) jeder einzelnen Differenz innerhalb der Variationsreihe bei den Zahlzeichen  $c, d, e$  demonstrieren.

Für die Reihe  $c$ : 18, 19, 19, 20, 20, 20, 20, 20, 21, 21, 22 bemerken wir schon auf den ersten Blick, dass die zur Mittelgruppe (Mitteltypus) gehörigen, d. h. die zwischen den Wertgrössen  $M - r_2 = 19.26$  und  $M + r_2 = 20.74$  vorkommenden Glieder (20, 20, 20, 20, 20), deren Differenz  $= 0$  ist, beinahe die Hälfte der Häufigkeit aller übrigen Glieder ausmachen (die genaue Hälfte wäre bei 11 Gliedern  $= 5.5$ ). Nach der Gesetzmässigkeit der zufälligen Erscheinungen müsste, bei Inbetrachtung aller möglichen Fälle, hier die Häufigkeit der Differenzen zu der Häufigkeit aller übrigen Differenzen der beiden extremen Gruppen sich verhalten wie  $0.5 : 0.25$ , d. h. das Häufigkeitsverhältnis der linksseitigen und rechtsseitigen Gruppen müsste zur Mittelgruppe sein wie:  $0.25 : 0.5 : 0.25$ . Da also hier das Häufigkeitsverhältnis nicht ganz der Gesetzmässigkeit entspricht, so konnte auch die arithmetische Mittelzahl (20) ebenfalls nicht ganz der wahren Mittelzahl (zwischen  $M - R_2 = 19.78$  und  $M + R_2 = 20.22$ ) entsprechen; oder wie es „a priori“ schon zu erwarten war: dass durch die Reihe  $c$ , wie alle unsere Beobachtungsreihen, da sie nicht alle möglichen Fälle der Variationen enthalten können, die Gesetzmässigkeit nicht in ihrer Vollkommenheit, d. h. mit ganzer Sicherheit repräsentieren kann. (Von den anderen zwei Reihen  $d$  und  $e$  wollen wir jetzt ganz absehen, da hier die Unregelmässigkeit der Differenzen zu gross ist und dementsprechend auch die arithmetische Mittelzahl von der centralstehenden wahren Mittelzahl einen zu grossen Unterschied aufweist.)

Es fragt sich nun: wie könnte man die Häufigkeit einer jeden Wertgrösse (Glieder) in der Reihe  $c$  im Sinne der Gesetzmässigkeit mittels der Wahrscheinlichkeitsrechnung exact bestimmen?



Da hier die Anzahl der Glieder ( $N = 11$ ) gegeben ist, so ist es einleuchtend, dass man hier nur innerhalb dieser 11 Glieder die Fälle der Variationen in Betracht ziehen kann. Und diese Forderung führt uns zu den unendlich kleinen (infinitesimalen) Variationen. Wir sind genötigt, die Einheiten von ganzen Zahlen (z. B. zwischen 18, 19, 20, 21, 22) in unendlich kleine Bruchteile dieser Einheiten aufzulösen und diese als infinitesimale Einheiten aufzustellen, wodurch wir anstatt einer zickzackigen Curvenlinie eine continuierliche krumme Curvenlinie bekommen, wenn wir die Zahlreihe  $c$  graphisch darstellen (vergleiche die Curvenlinien in Fig. 2 auf Taf. XV). Die Gesetzmässigkeit der Variationsreihen wird nämlich durch eine continuierliche krumme Curvenlinie ausgedrückt. Damit aber eine continuierliche krumme Linie entstehe, müssen unzählige (infinitesimale) kleine gerade Linien genommen werden, da eine jede krumme Linie sich aus unendlich vielen kleinen geraden Linien zusammengesetzt darstellen lässt, wobei eine jede einzelne gerade Linie zum betreffenden Teile der krummen Linie sich: wie eine Sehne zum Bogen verhält, und je geringer die Pfeilhöhe ist, um so geringer ist dann der Unterschied zwischen den beiden (geraden und krummen) Linien, wie dies die Fig. 1 auf Taf. XV zeigt. Nehmen wir hier den Halbbogen  $A \cap B$ , so bildet dies die krumme Linie, die dazu gehörige gerade Linie ist die Sehne  $= A - B$ , die Pfeilhöhe ist  $= \uparrow S - P$ . Teilen wir den Halbbogen in zwei gleiche Teile ( $A \cap S$  und  $S \cap B$ ), so haben wir zu Sehnen:  $A - p - S$  und  $S - p - B$ , die Pfeilhöhen sind beiderseits:  $\uparrow p - s'$ ,  $\uparrow p - s'$ ; setzen wir die Teilung fort, so bekommen wir abermals je zwei kleinere Bogen:  $A \cap s'$ ,  $s' \cap S$  links und  $S \cap s$ ,  $s \cap B$  rechts, ihre Sehnen sind links:  $A - p' - s$ ,  $s - p' - S$ , rechts:  $S - p' - s'$ ,  $s' - p' - S$ ; die entsprechenden Pfeilbögen sind links und rechts:  $\uparrow p' - s''$ ,  $\uparrow p' - s''$ . Wie wir aber ganz deutlich sehen können, nähert sich die betreffende krumme Linie umsomehr der geraden Linie, je kleiner die Pfeilhöhe wird; und würde man unter einem Vergrösserungsglase die Teilung der Bogen noch weiter fortsetzen, so würde man solche kleine Bogen und Sehnen bekommen, bei welchen das freie Auge gar keinen Unterschied mehr zwischen geraden und krummen Linien wahrnehmen könnte. Wir sehen ganz klar, dass.

weil die Wahrscheinlichkeitsrechnung von unendlich kleinen Unterschieden (Differenzialen) der Variationen ausgeht, auch ihre — die Gesetzmässigkeit ausdrückende — Curvenlinie eine stetige (continuirliche) krumme Linie darstellen muss. Denn während die empirische Curvenlinie von Variationsreihen (siehe die Zickzacklinien der Fig. 2, 3, 4 auf Taf. XV) nur die thatsächlich vorkommenden Wertgrössen anzugeben vermag, wobei die Launenhaftigkeit der Zufälligkeiten zur Geltung gelangen müssen, infolge davon sowohl die Wertgrössen keine continuirliche Reihenfolge, wie auch die Häufigkeit der einzelnen Glieder keine regelmässige Schwankungen aufweisen (und daher die Curvenlinie einerseits unterbrochen und andererseits zickzackförmig verlaufend ist), umfasst die Curvenlinie der Wahrscheinlichkeitsrechnung alle möglichen minimalen Differenzen der auf einander folgenden Wertgrössen, sowie ihre regelmässigen Häufigkeiten (Wiederholungen), weshalb sie einerseits eine nirgends unterbrochene und andererseits eine krumme Linie darstellen muss (siehe die wellenförmigen Linien der Fig. 2, 3, 4 auf Taf. XV).

Dem vorhin Gesagten zufolge werden wir bei Vergleichung der beiderlei Curven (Fig. 2) bemerken können, dass, wenn auch die Schwankungen (Zickzacklinien) der empirischen Curvenlinie, wegen der Continuität in der mathematischen Curvenlinie gänzlich verschwunden sind (die vielen feineren senkrechten Linien-Ordinaten — zwischen den dickeren senkrechten Linien in Fig. 2 sollen die infinitesimalen Differenzen zwischen den thatsächlich vorkommenden Wertgrössen der Glieder so ungefähr repräsentieren), so stimmen doch beide im grossen und ganzen mit einander überein. Beiderlei Curvenlinien zeigen in der Mitte eine symmetrische, centralstehende Erhebung (Spitze, Kuppe), von welcher linker- und rechterseits die Neigung gleichmässig verläuft, um dann eine Knickung (bei der empirischen Linie) oder Einbiegung (Inflexion bei der mathematischen Linie) aufzuweisen, von welcher die Linien abermals sich stetig neigen. Dass zwischen beiden Curvenlinien ein ganz bestimmter Zusammenhang bestehen muss, ist nicht schwer zu erraten. Wenn wir uns an die drei Momente der Gesetzmässigkeit der Variationsreihen zurückerinnern, so werden wir es ganz erklärlich

finden: dass die Curvenlinie in der Mitte eine Hervorragung bilden muss — da die der Mittelgruppe angehörigen Glieder (Wertgrößen) am häufigsten vorkommen (die Häufigkeit wird, wie wir bereits wissen, graphisch dadurch dargestellt, dass die zum constanten Vergleichsmaassstab gewählte Linieneinheit so oft senkrecht gesetzt wird, wie die betreffende Wertgrösse oder das Glied in der Reihe vorkommt); und weil eben die zu den beiden endstehenden (extremen) Gruppen gehörigen Wertgrößen immer seltener vorkommen, so muss auch die Curvenlinie eine gegen die Horizontale geneigte sein. Wir können demzufolge — wie ich dies bereits im vorigen Aufsatz erwähnte — schon bei der Betrachtung einer gegebenen empirischen Curvenlinie im allgemeinen beurteilen, ob die Gesetzmässigkeit mittels der Wahrscheinlichkeitsrechnung mit einer grösseren oder geringeren Genauigkeit nachgewiesen werden kann oder nicht, d. h. ob die mathematische Curvenlinie mit der empirischen in Harmonie gebracht werden kann. Und schon der Anblick der empirischen Curvenlinie in der Fig. 3 auf Taf. XV <sup>1)</sup> lehrt uns, dass die Kollmann'sche Gesichtsindexxreihe zum Nachweis einer Gesetzmässigkeit nicht taugt; ebenso wie die empirische Curvenlinie in der Fig. 4 uns lehrt, dass die Kollmann'sche Cephalindexxreihe hierzu schon etwas geeigneter erscheint.

Bevor ich auf die graphische Ausführung der mathematischen Curvenlinie übergehe, muss ich noch die Berechnung der Häufigkeit der einzelnen Wertgrößen der Variationsreihen näher erörtern.

Wie wir wissen, war es die Berechnung der sogenannten wahrscheinlichen Abweichung ( $r$ ), wodurch uns eine nähere Einsicht in die Beschaffenheit der Variationsreihe ermöglicht wurde; da ihre Wertgrösse auch auf die anderen Momente der Variationen ( $M - r$ ,  $M + r$ ,  $R = \frac{r}{\sqrt{n}}$ ,  $M + R$ ,  $M - R$ ,  $\frac{R}{R} = \text{Präcisionsverhältnis}$ ,  $\frac{R^2}{R^2} = \text{Gewichtsverhältnis}$ ) von entscheidendem Einfluss ist. — Nun wollen wir hinzufügen, dass die Wertgrösse von  $r$  auch für die Berechnung der Häufig-

<sup>1)</sup> In Fig. 3 habe ich die empirische und mathematische Curve des Gesichtsindexx — und in Fig. 4 diejenige des Cephalindex der Kollmann'schen Schädelserie dargestellt.

keit der einzelnen Wertgrößen (Glieder) der Reihe von entscheidendem Einfluss ist.

Die zunächst zu lösende Frage wird demnach die sein: wie die Häufigkeit der einzelnen Wertgrößen (Glieder) einer Variationsreihe mit Hilfe von  $r$  berechnet werden kann?

Um auf diese Frage antworten zu können, müssen wir einige orientierende Bemerkungen aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung, sowie aus der Infinitesimalrechnung vorausschicken.

Um die Sache leichter verständlich zu machen, nehmen wir hier abermals die Reihe  $c$  zur Hilfe, die wir so aufstellen, dass die Häufigkeit (Wiederholung) der einzelnen Wertgrößen (Glieder) bei der Berücksichtigung recht auffallend sei. Die folgende Tabelle stellt die Variationsreihe  $c$  wie eine Curve in Ziffern ausgedrückt dar.

Reihe $c$ :						
	$-\delta = 2$	$19$	$-\delta = 1$	$20$	$21$	$+\delta = 1$
	18 (1 mal)	19 (2 mal)	20	20	21 (2 mal)	22 (1 mal)
	18	19, 19	20, 20, 20, 20	21, 21	22	
			$(M = 20)$			

Wenn wir wissen, dass die einzelnen Wertgrößen (Glieder) in dieser Reihe nach einem Gesetze sich wiederholen, so müssen wir sofort gewahr werden, dass die Häufigkeit der Wiederholung der einzelnen Wertgrößen (Glieder) mit der Stellung zur centralen Wertgröße ( $M=20$ ) in irgend einem Zusammenhang stehen muss. Wir bemerken nämlich, dass die Wertgröße: 20 (von welcher die centrale Wertgröße nur sehr wenig verschieden ist), am allerhäufigsten, d. i. 5 mal sich wiederholt, die ihr links und rechts nachfolgende Wertgröße: 19 und 21 je 2 mal, hingegen die beiden endstehenden Wertgrößen: 18 und 22 nur einmal vorkommen, d. h. die zwei letzteren wiederholen sich überhaupt nicht. Mit einem Worte: wir bemerken, dass die Häufigkeit (Wiederholung) vom Mittelpunkt der Reihe gegen die beiden Enden abnimmt. Denken wir uns eine Urne, in welcher 11 Kugeln liegen, unter diesen sei eine mit Nr. 18, zwei mit Nr. 19,

fünf mit Nr. 20, zwei mit Nr. 21 und eine mit Nr. 22 bezeichnet. Es ist einleuchtend, dass, wenn aus der Urne eine Kugel gezogen werden soll, man schon im voraus weiss, dass die Chancen der Ziehung nicht für alle diese numerierten Kugeln gleich sein können. Es ist leicht einzusehen, dass, wenn alle 11 Kugeln mit 20 bezeichnet wären, man bei einer jeden Ziehung ganz sicher eine 20er Kugel ziehen müsste. Man drückt dies in der Formel eines Bruches aus, wo der Zähler die Häufigkeit der betreffenden Kugel (hier also = 20) und der Nenner die Summe aller Kugeln bezeichnet. Sind also alle Kugeln gleich (d. i. mit 20) bezeichnet, so müssen sie ebenso häufig (zahlreich) sein, wie Kugeln in der Urne sind:  $\frac{11}{11} = 1$ . Der Quotient 1 bedeutet hier

die Sicherheit der Ziehung; hier hat man es nicht mit einer Wahrscheinlichkeit, sondern mit der Sicherheit selbst zu thun. Der Quotient ist in diesem Falle der Einheit gleich. Sind aber in der Urne, wie wir angenommen haben, unter den 11 Kugeln: nur fünf mit 20, zwei mit 19, zwei mit 21, eine mit 18 und eine mit 22 bezeichnet, so kann hier nicht mit Sicherheit vorausgesagt werden, welche von den fünferlei numerierten Kugeln bei der Ziehung herausgenommen wird. Man kann hier nur von einer Wahrscheinlichkeit der Ziehung irgend einer von diesen Kugeln reden. Dass die Wahrscheinlichkeit nicht für alle diese Kugeln gleich sein kann, ist selbstredend. Wie gross ist aber die Wahrscheinlichkeit für eine jede einzelne dieser fünferlei Kugeln? Diese Wahrscheinlichkeit drückt der erwähnte Bruch aus: dessen Zähler die Anzahl (Häufigkeit) der betreffenden Kugeln und dessen Nenner die Summe aller Kugeln bedeutet. Die Wahrscheinlichkeit (= *W*) wird also für die einzelnen Kugeln folgende sein: für

Nr. 18 =  $\frac{1}{11}$ , ebenso für Nr. 22 =  $\frac{1}{11}$ , für Nr. 19 =  $\frac{2}{11}$ , für Nr. 21 =  $\frac{2}{11}$ , für Nr. 20 =  $\frac{5}{11}$ . Addiert man diese Brüche, so ist  $\frac{1}{11} + \frac{1}{11} + \frac{2}{11} + \frac{2}{11} + \frac{5}{11} = \frac{11}{11} = 1$ , d. h. es ist ganz sicher, dass bei der Ziehung

irgend eine von diesen Kugeln unbedingt herausgenommen wird. Es ist dies sicher, aber eben deshalb kann die Wahrscheinlichkeit der

Ziehung einer speciellen Kugel von diesen fünferlei Kugeln nur ein Bruchteil dieser Sicherheit sein. Wir können uns jetzt so ausdrücken: *dass in einer gesetzmässigen Variationsreihe die Wahrscheinlichkeit der Wiederholung (Häufigkeit) der Wertgrössen mit der Stellung zur centralen Grösse in einem innigen Zusammenhange stehen muss: da die Wahrscheinlichkeit der Wiederholung der Wertgrössen von dem Mittelpunkte (centralen Wertgrösse) gegen die beiden Enden hin stetig abnimmt.* In der mathematischen Analysis heisst der Zusammenhang zwischen zwei Wertgrössen (nach Bernoulli) eine *Function* ( $F, f, \varphi, \psi, \chi$  sind die Buchstaben, womit die mathematische Function bezeichnet wird). Worauf bezieht sich hier die mathematische Function (d. i. der strenge Zusammenhang)? — *Offenbar auf das Verhältniss zwischen der Stellung der einzelnen Wertgrössen zur Mittelzahl und ihrer Häufigkeiten.* Wir werden also hier sagen, dass die Wahrscheinlichkeit der Häufigkeit der einzelnen Wertgrössen eine Function ist, die durch den oben erwähnten Bruch ausgedrückt werden kann. So ist die Function für die Wertgrösse: Nr. 18,  $\varphi(18) = \frac{1}{11}$ , für Nr. 19,  $\varphi(19) = \frac{2}{11}$ , für Nr. 21,  $\varphi(21) = \frac{2}{11}$  und für Nr. 22,  $\varphi(22) = \frac{1}{11}$ . Wie wir also sehen, nimmt die Grösse der Function ( $\varphi$ ) vom Mittelpunkt (Nr. 20,  $\varphi(20) = \frac{5}{11}$ ) gegen die beiden Enden, wie die Brüche:  $\frac{1}{11}, \frac{2}{11}, \frac{5}{11}, \frac{2}{11}, \frac{1}{11}$  ab. Wenn wir nun die Häufigkeit der einzelnen Wertgrössen in Bezug auf das Verhältniss zur centralen Wertgrösse näher in Betracht ziehen, so bemerken wir die Thatsache, dass die Function um so grösser ist, je geringer die Differenz ( $\delta$ ) zwischen der betreffenden Wertgrösse und der arithmetischen Mittelzahl ist; und umgekehrt, die Function um so geringer wird, je grösser die Differenz ( $\delta$ ) zwischen der betreffenden Wertgrösse und der arithmetischen Mittelzahl wird. Schreiben wir behufs bequemer Uebersicht die Differenzen ( $\delta$ ) oberhalb der einzelnen Wertgrössen und die Functionen ( $\varphi$ ) unterhalb derselben.

Reihe c:	$\delta = -2$	$\delta = -1$	$\delta = 0$	$\delta = +1$	$\delta = +2$
	18	19	20	21	22
	$\varphi = \frac{1}{11}$	$\varphi = \frac{2}{11}$	$\varphi = \frac{5}{11}$	$\varphi = \frac{2}{11}$	$\varphi = \frac{1}{11}$

Wir können aussagen: dass die Function am grössten ist, wenn die Differenz von der arithmetischen Mittelzahl Null ist  $\delta = 0$ , und am geringsten ist, wenn die Differenz am grössten wird. Ja, sie wird Null, oder was auf eins hinausläuft, unendlich klein, wenn die Differenzen der zwei entstehenden Grenzwerte unendlich gross ( $\delta = \infty$ ) werden, wenn also die beiden Grenzen ( $-l$  und  $+l$ )  $= \infty$  sind. Merken wir uns, dass die Function:  $\varphi$  am grössten ist, wenn  $\delta = 0$ , und dass  $\varphi = 0$ , wenn  $\delta = \infty$  ist.

Da aber die Wahrscheinlichkeitsrechnung alle möglichen Fälle der Zufälligkeiten (nennen wir sie fortan: Wahrscheinlichkeiten) der Variationen in Betracht ziehen muss, damit die Gesetzmässigkeit eine continuierliche (nirgends unterbrochene) innerhalb der betreffenden Variationsreihe sei (denn auch nur in diesem Falle kann ihre Curvenlinie zu einer stetigen, nirgends unterbrochenen krummen Linie werden), so kann sie sich mit den groben Intervallen der Differenzen (zwischen den einzelnen Wertgrössen und der arithmetischen Mittelzahl (hier z. B.  $-\delta = 2$ ,  $-\delta = 1$ ,  $+\delta = 1$ ,  $+\delta = 2$ ) nicht begnügen und muss dieselben in unendlich (infinitesimale) kleine Intervalle zerlegen, wo dann innerhalb eines jeden grösseren Intervalles die Differenzen unter einander ebenfalls unendlich (infinitesimal) klein werden. Anstatt der Intervalle:  $0 = 1$ ,  $0 + 1$ ,  $0 - 2$ ,  $0 + 2$ , werden wir also Intervalle nehmen müssen, wie z. B. 0 und 0.0000001 etc., so dass auch die Differenz ( $\delta$ ) unendlich klein wird. Denkt man sich unter den griechischen Buchstaben:  $\delta'$ ,  $\delta''$ ,  $\delta'''$ ,  $\delta''''$  etc. unendlich kleine Differenzen, so wird auch die Function zwischen diesen nur unendlich kleine Unterschiede aufweisen, so dass man schliesslich sagen kann, dass die Function von 1 beinahe ganz dieselbe ist, wie von  $1 + 0.0000001$ . Nennen wir  $1 = \delta$  und  $1 + 0.0000001 = \delta'$ , so wird in diesem Falle  $\varphi(\delta) = \varphi(\delta + \delta')$ . Infinitesimale Differenzen (Differenzialen) drücken wir mit:  $d\delta$  aus.

Somit werden wir die Function einer infinitesimalen Differenz, d. h. die Wahrscheinlichkeit, dass eine gewisse Wertgrösse, in dem Intervalle zwischen der Einheit (1) und der von dieser nur unendlich wenig verschiedenen Wertgrösse (0.0000001) fällt, folgendermaassen ausdrücken:  $\varphi(\delta) \times d\delta = \delta + d\delta$ . Es ist einleuchtend, dass wenn wir die Function einer solchen Wertgrösse berechnen wollen, die innerhalb eines grösseren Intervalles, z. B. zwischen 1 und 2 vorkommen soll, wir alle infinitesimalen Differenzen der unendlich klein gemachten Teil-Intervalle in Betracht ziehen müssen. Bezeichnen wir die Summe dieser mit dem Zeichen  $\int$ , so bekommen wir die Integrale dieser Function:  $\int_2^1 \varphi \delta \cdot d\delta$ , deren Wertgrösse um so grösser wird, je grösser die beiden Grenzen  $1 = -l$ ,  $2 = +l$  ( $l = \text{limes}$ ) des ganzen Intervalles werden. So dass, wenn wir die beiden Grenzen des Intervalles unendlich gross nehmen, die Function gleich sein muss mit der Einheit, d. h. die Wahrscheinlichkeit geht in die Sicherheit über (da innerhalb unendlicher Grenzen alle möglichen Fälle der Differenzen vorkommen müssen, und die Formel wird sein:  $\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi \delta \cdot d\delta = 1$ .

Nun wollen wir wissen, welche Wertgrösse innerhalb jedes einzelnen Intervalles der Differenzen am wahrscheinlichsten vorkommt. Eine solche Wertgrösse muss so beschaffen sein: dass sie zwischen allen möglichen in dem betreffenden Intervalle vorkommenden Wertgrössen der Differenzen centralstehend sei, d. h. dass man 1 gegen 1 wetten kann, dass sie von allen übrigen im Intervalle vorkommenden Wertgrössen der Differenzen ebenso oft nicht erreicht wird, als sie übertroffen wird (wie wir dies auch bei der Erörterung der sogenannten „wahrscheinlichen Abweichung“ =  $r$  gesehen haben). Ihre Wahrscheinlichkeit muss  $= 1/2$  gleich sein, und hierfür dient die Formel:

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\infty} e^{-t^2} dt = \frac{1}{2} \text{ 1).}$$

---

1) Zur Entstehung dieser Formel sollen folgende vorausgehende Formeln im grossen und ganzen Aufschluss geben: 1. Nennen wir die Function oder Wahrscheinlichkeit ( $\varphi$ ) einer Wertgrösse der Differenz ( $\delta$ )  $= \varphi \cdot \delta$ , so wird 2. die vom Differentialen abgeleitete (derivirte) Function (Wahrscheinlichkeit) dieser Differenz sein:



Diese Formel dient zum Argument einer interpolierten Zahlentabelle (siehe im Anhang), in welcher auf eine jede einzelne Wertgrösse (erste Columnne  $= t'$ ) von 0.01 bis 5.00 die entsprechenden Procénte

$\frac{d\varphi\delta}{\varphi\delta \cdot d\delta} = \varphi'\delta$ ; 3.  $\varphi'$  ist eine constante Quantität ( $k$ ), daher:  $\varphi'\delta = k\delta$ , substituiert

in die vorige Formel:  $\frac{d\varphi\delta}{\varphi\delta \cdot d\delta} = k\delta$ , hieraus:  $\frac{d\varphi\delta}{\varphi\delta} = k\delta \cdot d\delta$ ; 4. integriert

durch den Logarithmus  $\log. \varphi\delta = \frac{1}{2} k d^2 + \log. x$ , woraus  $\varphi\delta = x e^{\frac{1}{2} k d^2}$  ( $e =$  ist die Basis des natürlichen oder Napier'schen Logarithmensystems  $= 2.7182818 \dots$ );

5. und weil die Function ( $\varphi\delta$ ) immer kleiner wird, je grösser  $\delta$  ist, so muss  $\frac{1}{2} k$  negativ werden; setzt man für:  $-\frac{1}{2} k = -h$  ( $= h^2$ ), so wird die Formel

(in Nr. 4)  $\varphi\delta = x e^{\frac{1}{2} k d^2}$  in die folgende Formel übergehen:  $\varphi\delta = x e^{-h d^2}$ ;

6. setzen wir diesen Wert von  $\varphi\delta$  in die Formel (siehe oben im Text), wo die Function aller möglichen Fälle der Differenzen in Betracht gezogen worden

sind:  $\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi\delta \cdot d\delta = 1$ , so wird diese in die folgende Formel übergehen:

$\int_{-\infty}^{+\infty} x e^{-h d^2} d\delta = 1$ ; 7. setzen wir  $h d^2 = t$  gleich, so ist das Integrale:

$\frac{x}{h} \int_{-\infty}^{+\infty} x e^{-t} dt = 1$ ; 8. da aber  $x = \frac{h}{\sqrt{\pi}}$  ( $\pi$  = die Ludolph'sche Zahl  $= 3.14159265$ ),

so wird die Formel (Nr. 5):  $\varphi\delta = x e^{-h d^2}$  in folgende übergehen:  $\varphi\delta = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h d^2}$ ,

und diese Formel drückt die Function der Differenz am vollständigsten aus; 8. bestimmen wir das Integrale der Differenzen innerhalb eines Intervalles, z. B. zwischen  $0 - a$  ( $a$  = irgend eine Wertgrösse der Differenz), so haben wir:

$\frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{\delta=0}^{\delta=a} e^{-h d^2} d\delta$ ; 9. setzen wir  $h d^2 = t$  gleich, so bekommt man:  $\frac{1}{\sqrt{\pi}}$

$\int_{t=0}^{t=ah} e^{-t} dt$ , und weil in der Summe der Differenzen der Wertgrössen innerhalb

des Intervalles ( $0 - ah$ ) sowohl die negativen wie die positiven Differenzen enthalten sind, muss das Integrale doppelt genommen werden, wodurch die folgende Formel entsteht:

$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{t=0}^{t=ah} e^{-t} dt$ ; und endlich 10., weil die wahrscheinliche Differenz die Anzahl

(Häufigkeit) der Differenzen, welche kleiner sind, ebenso gross ist als die Anzahl derjenigen, welche grösser sind, so muss das Integrale dieser wahrscheinlichen

Differenz  $= 0.5 = \frac{1}{2}$  gleich sein; ihre Wertgrösse ist mittels einer interpolierten

Zahlenreihe genau bestimmt:  $t = q = 0.47694 = 0.5$ , die Endformel ist also:

$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^q e^{-t} dt = \frac{1}{2}$  diejenige, wie ich sie oben im Text mittheilte.

[zweite Columne =  $\theta(pt')$ ] bis auf den 0.00001 tel Bruchteil eines Procentes berechnet sind. Mittels dieser Tabelle kann die Anzahl der sich wiederholenden Wertgrössen (d. h. ihre Häufigkeit) für ein jedes Intervall der Glieder höchst einfach nach der Formel:  $t' = \frac{a}{r}$  berechnet werden ( $t'$  = bedeutet die Wertgrösse des Quotienten, welcher entsteht, wenn man die von der arithmetischen Mittelzahl nach links und rechts gleichmässig gerechnete Entfernung der Intervalle der Glieder (Stufen) mit der Wertgrösse der „wahrscheinlichen Abweichung“ =  $r$  dividiert.

Die praktische Ausführung der Rechnungen wird uns die Worte hierüber viel verständlicher machen. Und so wollen wir bei der Reihe  $c$  die Häufigkeit innerhalb eines jeden Intervalles (Stufe) der auf einander folgenden Glieder mittels dieser Tabelle berechnen. Schreiben wir die Glieder der Reihe  $c$  nochmals hierher.

Differenzen . . . . .	$(-\delta = 2)$	$(-\delta = 1)$	$(\delta = 0)$	$(+\delta = 1)$	$(+\delta = 2)$
Häufigkeit der Glieder .	18 } 1	19 } 2	$\left. \begin{array}{c} 20 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \end{array} \right\} 5$	$\left. \begin{array}{c} 21 \\ 21 \end{array} \right\} 2$	22 } 1
Entfernung der Intervalle von der arithmetischen Mittelzahl }	$\left. \begin{array}{c} 2 \\ (a = 2) \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} 1 \\ (a = 1) \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} 0 \\ (a = 0) \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} 1 \\ (a = 1) \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{c} 2 \\ (a = 2) \end{array} \right\}$

Will man auf Grundlage der Gesetzmässigkeit der Reihe berechnen, wie gross die Häufigkeit der zwischen 19 und 20, sowie 21 und 20 fallenden Wertgrössen ist, so wird nach der Formel  $t' = \frac{a}{r_2}$  ( $a = 1$ ,  $r_2 = 0.74$ )  $= \frac{1}{0.74} = 1.35 = t'$  sein. Suchen wir in der ersten Columne ( $t'$ ) der Interpolations-Tabelle die der Wertgrösse entsprechenden Procentwerte in der zweiten Columne [ $\theta(pt')$ ] auf, so finden wir  $t'(1.35) = 0.63747 \%$ . Weil die Reihe aus 11 Gliedern besteht, muss  $0.63747$

mit 11 multipliziert werden:  $0.63747 \times 11 = 7.01217$ , d. h. zwischen 19 und 21 müsste die Häufigkeit der Glieder nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung  $= 7.01217$  sein, wovon die eine Hälfte  $= 3.506085$  links und die andere Hälfte  $= 3.506085$  rechts von der arithmetischen Mittelzahl fällt. Wenn wir also die mathematische Curvenlinie construieren wollen, so wird man die senkrechte Linie (Ordinate) zwischen 19 und 21, also auf  $20 = 3.506085$  Einheiten gleich machen müssen. Hierauf berechnen wir die Häufigkeit der Glieder zwischen 18—19 und 21—22; hier ist  $a = 2$ , so wird:  $t' = \frac{a}{r_2} = \frac{2}{0.74} = 2.70$  sein, dieser Wertgrösse entspricht  $[\theta(pt')] = 0.93141$ , dies mit 11 multipliziert:  $0.93141 \times 11 = 10.24551$ ; dies bedeutet soviel, dass im Intervalle zwischen 18 und 20, sowie 20 und 22 die Häufigkeit  $= 10.24551$  Einheiten gleich ist, in welcher Summe also die Summe der Häufigkeit zwischen 19 und 20, sowie 20 und 21, nämlich  $7.01217$  schon enthalten ist. Wenn wir also die Häufigkeit nur für das Intervall 18—19 und 21—22 allein berechnen wollen, so müssen wir von  $10.24551$  die frühere Summe  $= 7.01217$  abziehen, es bleiben folglich:  $10.24551 - 7.01217 = 3.23334$  Einheiten übrig, deren eine Hälfte  $= 1.61667$  zwischen 18—19 und die andere Hälfte  $= 1.61667$  zwischen 21—22 fällt. Behufs Construction der mathematischen Curvenlinie müssen die Ordinaten: 19 und 21  $= 1.61667$  Einheiten hoch gemacht werden. — Da nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung in dem gesamten Intervalle der Reihe, d. h. zwischen den beiden entstehenden Gliedern ( $-l = 18$  und  $+l = 22$ ) nicht 11 Einheiten, sondern nur  $= 10.24551$  Einheiten (Anzahl der Glieder) vorkommen, so fallen die noch übrigbleibenden Bruchteile ( $11 - 10.24551 = 0.75449$ ) ausserhalb dieser Grenzen, und wir müssen deshalb die Häufigkeit noch für ein drittes Intervall 17—18 und 22—23 berechnen. Es wird also sein:  $t' = \frac{3}{0.74} = 4.05$ . In der Tabelle kommt 4.05 nicht, sondern  $4.00 = 0.99302$  und  $4.10 = 0.99431$  vor; 4.05 liegt gerade in der Mitte zwischen 4.00 und 4.10; man wird also die Differenz (letzte Columnne der Tabelle) zwischen diesen beiden Wertgrössen:  $0.99431 - 0.99302 = 0.00129$  halbieren:

$\frac{0.00129}{2} = 0.000645$ , und dies der Wertgrösse von  $4.00 = 0.99302$

hinzuaddieren müssen. Es wird also sein:

$$\left\{ \begin{array}{l} 4.00 = 0.99302 \\ + 0.05 = 0.000645 \\ \hline 4.05 = 0.993665 \end{array} \right\}$$

mit 11 multipliciert:  $0.993665 \times 11 = 10.930315$ ; das heisst soviel, dass die Häufigkeit im Intervall zwischen 17 und  $23 = 10.930315$  Einheiten gleich ist, welche Summe von den empirisch vorkommenden 11 Einheiten der Glieder nur um  $(11 - 10.930815 =) 0.069685$  oder 0.07 (siebenhundertstel Teil einer Einheit) verschieden ist und somit 10.93035 für 11 genommen werden kann. Um die Häufigkeit für 17—18 und 22—23 allein berechnen zu können, muss von der Summe: 0.993665 die Summe (für  $18 - 22 =$ ) 0.93141 abgezogen werden:  $0.993665 - 0.93141 = 0.062255$ , dieser Rest mit 11 multipliciert:  $0.062255 \times 11$  giebt  $= 0.684805$  Einheiten, wovon die eine Hälfte  $= 0.3424025$  zwischen 17—18 und die andere Hälfte  $= 0.3424025$  zwischen 22—23 fällt. Es folgt hieraus, dass die beiden Ordinaten (18 und 22) in der mathematischen Curve  $= 0.3424025$  oder  $= 0.34$  Einheiten hoch gemacht werden muss.

Auf diese Weise hätten wir also die empirische Zahlenreihe mittels der Wahrscheinlichkeitsrechnung in eine mathematisch gesetzmässige Reihe umgewandelt.

Wie wir also sehen, ist die Verteilung der 11 Glieder innerhalb der Reihe nicht ganz so, wie ursprünglich. Der bequemerem Ueber-sicht wegen schreiben wir die beiden Reihen übereinander.

Wie die nebenstehende Tabelle zeigt, besteht die mittels der Methode der Wahrscheinlichkeitsrechnung erzielte Präcisierung der Variationsreihe darin, dass die Häufigkeit von den beiden end-stehenden Intervallen (Gruppen der Wertgrössen) angefangen, gegen das mittlere Intervall hin noch stärker zunimmt, als dies der Fall bei der empirischen Reihe ist; wie dies dem Gauss'schen Lehrsatz entspricht, wonach die wahrscheinlichsten Wertgrössen einer Varia-

tionsreihe diejenigen sind, bei welchen die Summe der Quadrate der Differenzen ein Minimum darstellt. Wie ich weiter oben demonstrierte, muss die Summe der Quadrate der Differenzen in dem Falle zu einem Minimum werden, wenn die Häufigkeit jener Wertgrössen (Glieder) zunimmt, die von der arithmetischen Mittelzahl nur sehr geringe Unterschiede (Differenzen) aufweisen; weil alle jene Wertgrössen, die unterhalb der Einheit stehen, durch die Potenzerhebung noch mehr verringert werden (wie ich dies weiter oben in einer kleinen Tabelle demonstriert habe).

Noch deutlicher kommt das Wesen der Präcisierung dadurch zum Vorschein, wenn wir die Häufigkeit der Glieder in den einzelnen Intervallen in beiden Reihen unter einander vergleichen. — Der bequemerem Uebersicht wegen wollen wir das Häufigkeitsverhältnis in der mathematischen Reihe auf eine Einheit beziehen; es wird somit das Verhältnis 0.342425:1.61667:7.01217 die folgende Form erhalten 1:4.72:20.57.

Ich stelle also die umstehende Tabelle zusammen.

Ein Blick auf diese Tabelle wird uns davon überzeugen müssen, worin das Wesen der Präcisierung mittels der Methode der Wahrscheinlichkeitsrechnung besteht. Wir müssen nämlich ein für allemal einsehen, dass eine Beobachtungsreihe von Variationen nur dadurch zum exacteren Nachweis der Gesetzmässigkeit geeignet gemacht werden kann, dass die Häufigkeit, d. i. die Anzahl mit

Intervalle der Glieder:	17-18	18-19	19-20-21	21-22	22-23	
Empirische Reihe $c$ . . .	1	2	5	2	1	= 11 (N), empirische Häufigkeit der Glieder.
Mathematische Reihe $c$ . .	0.342425	1.61667	7.01217 3.506085 — 3.506085	1.61667	0.342425	= 10.930360 (N), mathematische Häufigkeit d. Glieder.
Differenz zwischen beiden Reihen . . . . .	— 0.657575	— 0.38333	+ 2.01217	— 0.38333	— 0.657575	— 0.069640, Differenz zwischen beiden.

Differenzen von der arithmetischen Mittelzahl . .	$\delta = -2$	$\delta = -1$	$\delta = 0$	$\delta = +1$	$\delta = +2$				
Wertgrößen der Glieder .	18	19	20	21	22				
Häufigkeitsverhältnis der empirischen Zahlenreihe .	1	:	2	:	5	:	2	:	1
Häufigkeitsverhältnis der mathemat. Zahlenreihe .	1	:	4.72	:	20.57	:	4.72	:	1

Ausnahme der beiden endstehenden (extremen) Wertgrößen der Glieder vermehrt werde, und zwar im gesteigerten Maassstab: je mehr dieselben der centralstehenden Wertgrösse näher stehen, und zwar so, dass die Häufigkeit der centralstehenden Wertgrösse eben am allergrössten sein muss. Dementsprechend ist auch das Häufigkeitsverhältnis der empirischen Reihe  $1 : 2 : 5 : 2 : 1$  mittels der Wahrscheinlichkeitsrechnung in das folgende Verhältnis übergegangen, wie  $1 : 4.72 : 20.57 : 4.72 : 1$ .

Nun wollen wir die Consequenzen aus den hier ermittelten That-sachen ziehen. Wir müssen zur endgültigen Ueberzeugung gelangen: a) Dass die bisherige Art und Weise der Behandlung der Schädelserien eine völlig verfehlte sein muss, indem man, ohne irgend eine Ahnung von der näheren Beschaffenheit der Variationen selbst zu haben, schon einfach auf die arithmetische Mittelzahl hin die absonderlichsten Speculationen behufs Lösung höchst verwickelter Probleme aufzustellen wagte. b) Dass das Auswählen einzelner Schädelformen behufs Aufstellung der (ebenfalls auf nur einzelnen ausgewählten Messungen beruhenden) Typen jedweder ernsten Wissenschaftlichkeit zuwiderlaufen muss; da bei derartigen Schädelserien es sehr leicht vorkommen kann, dass die Wertgrösse der wahren Mittelzahl unter den Wertgrößen der ausgewählten Schädelformen gar nicht vorkommt (siehe hierüber die Zahlenreihe d und e); nun wissen wir aber, dass dieselbe nicht nur überhaupt vertreten sein muss, sondern geradezu die allergrösste Häufigkeit jeder anderen Wertgrösse gegenüber aufweisen muss. Bei solchen ausgewählten Schädelformen aber kann sehr leicht

der Fall eintreten, dass, wenn auch die Wertgrösse der wahren Mittelzahl unter den betreffenden Schädelformen ist, die übrigen Wertgrössen häufiger vertreten sind. c) Wenn wir nun das Wesen der Variationsreihen kennen, so werden wir solche Schädelserien, wo die Mittelwertgrösse entweder gar nicht oder weniger häufig als die übrigen Wertgrössen vorkommt, für den Nachweis der Gesetzmässigkeit nicht für geeignet erklären, und werden wir uns hierin nicht etwa durch völlig illusorische Speculationen verleiten lassen, indem wir die Ursache etwa darin suchen, dass solche Schädelserien nicht aus einem einzigen, sondern aus mehreren Typen zusammengesetzt aufzufassen sind, welche specielle Ursache wir mittels der Wahrscheinlichkeitsrechnung gar nicht eruieren können. d) Dass eben, weil wir im voraus nie wissen können, wie sich die Mittelzahl zu den übrigen Wertgrössen in Bezug auf die Häufigkeit verhalten wird, wir einfach genötigt sind, schon „a priori“ darnach zu streben, möglichst viele einzelne Schädelformen untersuchen zu können; da mit dem Wachstum der Anzahl der einzelnen Schädelformen auch die Wahrscheinlichkeit wächst, in der betreffenden Schädelserie eine solche Variationsreihe erhalten zu können, wo die Gesetzmässigkeit der Variationen: nämlich auf Grundlage der Wahrscheinlichkeitsrechnung, die wissenschaftliche Bestimmung der drei Typen („centraler“ = „mittelstehender“ oder „Haupttypus“ und die zwei endstehenden Typen) möglich wird. — Es muss ja doch endlich einmal jedermann einleuchtend sein, dass das Verfahren, von 69 ausgewählten Schädelformen für die Bevölkerung eines ganzen Welttheiles die Typen aufstellen zu wollen, nach jeder Richtung hin eine Illusion sein muss.

---

8. Nachdem wir die Zahlenreihe  $c$  mittels der Methode der Wahrscheinlichkeitsrechnung präcisirt haben, wollen wir jetzt dieselbe auch in einer mathematischen Curve graphisch darstellen. Als lineare Maass-einheit ist hier (Fig. 2. Taf. XV) 12 mm gewählt worden, und die Wertgrössen der Glieder (18, 19, 20, 21, 22) sind in der Abscissenaxe, sowie ihre Häufigkeit (1, 2, 5, 2, 1) in senkrechten Linien als Ord-

naten nach diesem Maassstab aufgetragen. Die die Spitzenpunkte der Ordinaten verbindende Zickzacklinie bildet die empirische Curvenlinie. Um die mathematische Curvenlinie darstellen zu können, müssen wir aber auf folgende Weise verfahren.

Da für die beiden endstehenden Intervalle zwischen 17—18 und 22—23 die Häufigkeit der Glieder als  $=0.342425$  oder  $=0.34$  berechnet wurde und die lineare Maasseinheit hier  $=12$  mm ist, so muss  $12 \times 0.34 = 4.08$  oder  $4.1$  mm genommen werden. Diese Wertgrösse wird auf die Ordinate 18 und 22 aufgetragen bez. mittels eines Punktes bezeichnet. Für die beiden Intervalle 18—19 und 21—22 wurde die Häufigkeit der Glieder als  $=1.61667$ , d. h.  $1.62$  berechnet, dies mit  $12$  multipliciert, giebt  $12 \times 1.62 = 19.44$  oder  $19.4$  mm, welche Wertgrösse auf die Ordinate 19 und 21 aufgetragen bez. mittels eines Punktes bezeichnet wird. Für die beiden Intervalle 19—20 und 20—21 ist die Häufigkeit mit  $3.506085$  oder  $3.51$  berechnet worden,  $12 \times 3.51 = 42.12$  oder  $42.1$  mm, welche Wertgrösse auf die Ordinate 20 aufgetragen, d. h. mittels eines Punktes bezeichnet wird. Nun haben wir jene Spitzenpunkte, durch welche die mathematische Curvenlinie hindurchziehen muss. Mit welcher Krümmung muss aber diese Linie durch diese Punkte gezogen werden? Da die Wahrscheinlichkeitsrechnung von infinitesimalen Differenzen der Variation ausgeht, so müsste ein jedes Intervall zwischen je zwei auf einander folgenden Gliedern (zwischen 18—19, 19—20, 20—21, 21—22) ebenfalls in infinitesimal kleine Intervalle eingeteilt werden und auf eine jede Teil-Abscisse eine Ordinate gerichtet werden; weil man aber dies nicht ausführen kann, so nimmt man etwas grössere mittels Zeichnung darstellbare Teil-Abscissen und errichtet hierauf die Ordinaten (siehe in Fig. 2 die dünnen Linien der Ordinaten). Nun weiss man noch immer nicht, wie die krumme Linie der mathematischen Curve gezogen werden muss. Wir bedürfen noch folgender Orientierungspunkte: 1. Durch  $M - R_2$  und  $M + R_2$  ist jenes Intervall bestimmt, innerhalb welchem die centrale, die wahre mittlere Wertgrösse schwankt.  $M - R_2$  ist hier  $= 20 - 0.22 = 19.78$ ,  $M + R_2 = 20 + 0.22 = 20.22$ , somit muss  $0.22$  mit  $12$  multipliciert werden  $= 2.64$  oder  $= 2.6$  mm gleich sein. Diese Wertgrösse



wird an der Abscissenaxe links und rechts von 20 aufgetragen und hierauf je eine Ordinate errichtet (siehe die punktierten Linien  $R_2 - R_2$  und  $R_2 - R_2$ ). Die Curvenlinie muss also von dem centralstehenden Spitzenpunkt ( $= 42.12$  mm Höhe) beiderseits zu den Punkten  $R_2, R_2$  mit der möglichst kleinsten Neigung gezogen werden. 2. Durch  $M - r_2$  und  $M + r_2$  ist jenes Intervall bestimmt worden, innerhalb dessen die halbe Summe aller Differenzen, d. h. die Hälfte der Summe aller Häufigkeiten (der Wertgrößen der Glieder) vorkommt. Da  $M - r_2 = 20 - 0.74 = 19.26$ ,  $M + r_2 = 20 + 0.74 = 20.74$ , so muss  $12 \times 0.74 = 8.88$  oder  $= 8.9$  mm beiderseits von 20 auf der Abscissenaxe aufgetragen werden und hierauf je eine Ordinate errichtet werden (siehe die punktierten Linien  $r_2 - r_2$  und  $r_2 - r_2$ ). 3. Da die Function der Variation, d. h. die Häufigkeit von  $R_2$  (siehe die oberen  $R_2, R_2$ ) stetig bis zu  $r_2$  abnimmt, so müssen diese beiden Punkte beiderseits mittels einer stetig sich neigenden krummen Linie verbunden werden. In welcher sich neigenden Richtung die Curvenlinie bis zu den bereits angegebenen Spitzenpunkten in der Ordinate 19 und 21  $= 19.4$  mm Höhe fortgesetzt werden muss. 4. Die mathematische Curvenlinie der Variationen hat, wie bereits weiter oben erwähnt wurde, die Eigenschaft, dass sie beiderseits an einer gewissen Stelle eine Einbiegung (Inflexion) zeigt; das Intervall zwischen diesen beiden Punkten entspricht dem 0.6. bis 0.8. Teil der ganzen Abscissenaxe. Hier ist die Abscissenaxe  $4 \times 12 = 48$  mm lang, somit beträgt dieses Intervall hier  $48 \times 0.6 = 28.8$  mm vom Mittelpunkt (20), demzufolge wird beiderseits die Länge  $= 14.4$  mm auf der Abscissenaxe bestimmt und mittels eines Punktes bezeichnet (siehe:  $i, i$  auf der Abscissenaxe) und hierauf die Ordinate errichtet (siehe die punktierten Linien  $i - i, i - i$ ). Nun muss die Curvenlinie von dem Spitzenpunkte (19.4 mm Höhe) in der Ordinate 19 und 20 in der früheren Neigung soweit fortgesetzt werden, bis sie die Ordinate der Inflexion ( $i - i$ ) erreicht. Aber von hier angefangen, muss dieselbe in einer concaven Linie zum Spitzenpunkte (41 mm Höhe) in der Ordinate 18 und 22 und über diese hinaus gegen die Abscissenaxe gezogen werden, und zwar so, dass sie die Abscissenaxe nicht ganz erreicht; denn nach dem Princip der Wahr-

scheinlichkeitsrechnung trifft die Curvenlinie die Abscissenaxe erst in der unendlichen Entfernung. Mit einem Worte, es verhält sich die Abscissenaxe zur Curve der Variationen wie eine sogenannte Asymptote (eine nicht mit einer anderen zusammenfallende Linie).

Vergleichen wir die empirische und die mathematische Curvenlinie der Reihe *c* mit einander, so werden wir — wie bereits erwähnt wurde — eine auffallende Concordanz (Harmonie) zwischen beiden bemerken können; da beide eine centrale Erhebung und in einer gewissen Entfernung von der Mitte eine bilateral symmetrische Einbiegung (Inflexion) aufweisen. Wenn wir also bei unseren Schädelserien derartig ähnlich construierte empirische Curvenlinien bekommen würden, wie hier bei der Zahlreihe *c*, so wüssten wir schon im voraus, dass sie auch mit der durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung herstellbaren mathematischen Curvenlinie eine volle Concordanz aufweisen müssten, weil sie eben zum Nachweis der Gesetzmässigkeit vollkommen geeignet sind. Hingegen, wenn die empirischen Curvenlinien unserer Schädelserien so beschaffen sind, dass dieselben entweder in der Mitte eine tiefe Einsenkung zeigen (siehe die Kollmann'sche Cephalindexreihe in Fig. 4) oder aber in ihrem Niveau launenhafte, unregelmässige Schwankungen, sowie Unterbrechungen aufweisen (siehe die Kollmann'sche Gesichtsexindexreihe in Fig. 3), so können dieselben zum Nachweis einer Gesetzmässigkeit entweder nur wenig oder aber gar nicht geeignet sein und folglich auch mit den mathematischen Curvenlinien keine Concordanz aufweisen, wie dies bei den Fig. 3 und 4 auf den ersten Blick auffällt. Das Nähere in Bezug auf diese Curvenlinien wollen wir im nächsten Aufsatz besprechen, wo wir die Kollmann'sche Schädelserie einem systematischen Studium unterziehen werden.

---

### A n h a n g.

*William Chauvenet's interpolierte Tabelle, behufs Berechnung der mathematischen Häufigkeit bei Variationsreihen und behufs graphischer Darstellung der Variationsreihen (s. a. a. O. Table IX. A. Probability of errors. Method of least squares, p. 594—595).*

$t'$	$\Theta(pt')$	Diff.	$t'$	$\Theta(pt')$	Diff.	$t'$	$\Theta(pt')$	Diff.
0·00	0·00000		0·25	0·13391	531	0·50	0·26407	509
0·01	0·00538	538	0·26	0·13921	530	0·51	0·26915	508
0·02	0·01076	538	0·27	0·14451	530	0·52	0·27421	506
0·03	0·01614	538	0·28	0·14980	529	0·53	0·27927	506
0·04	0·02152	538	0·29	0·15508	528	0·54	0·28431	504
0·05	0·02690	538	0·30	0·16035	527	0·55	0·28934	503
0·06	0·03228	538	0·31	0·16562	527	0·56	0·29436	502
0·07	0·03766	538	0·32	0·17088	526	0·57	0·29936	500
0·08	0·04303	537	0·33	0·17614	526	0·58	0·30435	499
0·09	0·04840	537	0·34	0·18138	524	0·59	0·30933	498
0·10	0·05378	538	0·35	0·18662	524	0·60	0·31430	497
0·11	0·05914	536	0·36	0·19185	523	0·61	0·31925	495
0·12	0·06451	537	0·37	0·19707	522	0·62	0·32419	494
0·13	0·06987	536	0·38	0·20229	522	0·63	0·32911	492
0·14	0·07523	536	0·39	0·20749	520	0·64	0·33402	491
0·15	0·08059	536	0·40	0·21268	519	0·65	0·33892	490
0·16	0·08594	535	0·41	0·21787	519	0·66	0·34380	488
0·17	0·09129	535	0·42	0·22304	517	0·67	0·34866	486
0·18	0·09663	534	0·43	0·22821	517	0·68	0·35352	486
0·19	0·10197	534	0·44	0·23336	515	0·69	0·35835	483
0·20	0·10731	534	0·45	0·23851	515	0·70	0·36317	482
0·21	0·11264	533	0·46	0·24364	513	0·71	0·36798	481
0·22	0·11796	532	0·47	0·24876	512	0·72	0·37277	479
0·23	0·12328	532	0·48	0·25388	512	0·73	0·37755	478
0·24	0·12860	532	0·49	0·25898	510	0·74	0·38231	476

$t'$	$\Theta(pt')$	Diff.	$t'$	$\Theta(pt')$	Diff.	$t'$	$\Theta(pt')$	Diff.
0.75	0.38705	474	1.11	0.54595	407	1.47	0.67856	330
0.76	0.39178	473	1.12	0.55001	406	1.48	0.68184	328
0.77	0.39649	471	1.13	0.55404	403	1.49	0.68510	326
0.78	0.40118	469	1.14	0.55806	402	1.50	0.68833	323
0.79	0.40586	468	1.15	0.56205	399	1.51	0.69155	322
0.80	0.41052	466	1.16	0.56602	397	1.52	0.69474	319
0.81	0.41517	465	1.17	0.56998	396	1.53	0.69791	317
0.82	0.41979	462	1.18	0.57391	393	1.54	0.70106	315
0.83	0.42440	461	1.19	0.57782	391	1.55	0.70419	313
0.84	0.42899	459	1.20	0.58171	389	1.56	0.70729	310
0.85	0.43357	458	1.21	0.58558	387	1.57	0.71038	309
0.86	0.43813	456	1.22	0.58942	384	1.58	0.71344	306
0.87	0.44267	454	1.23	0.59325	383	1.59	0.71648	304
0.88	0.44719	452	1.24	0.59705	380	1.60	0.71949	301
0.89	0.45169	450	1.25	0.60083	378	1.61	0.72249	300
0.90	0.45618	449	1.26	0.60459	376	1.62	0.72546	297
0.91	0.46064	446	1.27	0.60833	374	1.63	0.72841	295
0.92	0.46509	445	1.28	0.61205	372	1.64	0.73134	293
0.93	0.46952	443	1.29	0.61575	370	1.65	0.73425	291
0.94	0.47393	441	1.30	0.61942	367	1.66	0.73714	289
0.95	0.47832	439	1.31	0.62308	366	1.67	0.74000	286
0.96	0.48270	438	1.32	0.62671	363	1.68	0.74285	285
0.97	0.48705	435	1.33	0.63032	361	1.69	0.74567	282
0.98	0.49139	434	1.34	0.63391	359	1.70	0.74847	280
0.99	0.49570	431	1.35	0.63747	356	1.71	0.75124	277
1.00	0.50000	430	1.36	0.64102	355	1.72	0.75400	276
1.01	0.50428	428	1.37	0.64454	352	1.73	0.75674	274
1.02	0.50853	425	1.38	0.64804	350	1.74	0.75945	271
1.03	0.51277	424	1.39	0.65152	348	1.75	0.76214	269
1.04	0.51699	422	1.40	0.65498	346	1.76	0.76481	267
1.05	0.52119	420	1.41	0.65841	343	1.77	0.76746	265
1.06	0.52537	418	1.42	0.66182	341	1.78	0.77009	263
1.07	0.52952	415	1.43	0.66521	339	1.79	0.77270	261
1.08	0.53366	414	1.44	0.66858	337	1.80	0.77528	258
1.09	0.53778	412	1.45	0.67193	335	1.81	0.77785	257
1.10	0.54188	410	1.46	0.67526	333	1.82	0.78039	254

$t'$	$\theta(pt')$	Diff.	$t'$	$\theta(pt')$	Diff.	$t'$	$\theta(pt')$	Diff.
1·83	0·78291	252	2·19	0·86036	182	2·55	0·91456	124
1·84	0·78542	251	2·20	0·86216	180	2·56	0·91578	122
1·85	0·78790	248	2·21	0·86394	178	2·57	0·91698	120
1·86	0·79036	246	2·22	0·86570	176	2·58	0·91817	119
1·87	0·79280	244	2·23	0·86745	175	2·59	0·91935	118
1·88	0·79522	242	2·24	0·86917	172	2·60	0·92051	116
1·89	0·79761	239	2·25	0·87088	171	2·61	0·92166	115
1·90	0·79999	238	2·26	0·87258	170	2·62	0·92280	114
1·91	0·80235	236	2·27	0·87425	167	2·63	0·92392	112
1·92	0·80469	234	2·28	0·87591	166	2·64	0·92503	111
1·93	0·80700	231	2·29	0·87755	164	2·65	0·92613	110
1·94	0·80930	230	2·30	0·87918	163	2·66	0·92721	108
1·95	0·81158	228	2·31	0·88078	160	2·67	0·92828	107
1·96	0·81383	225	2·32	0·88237	159	2·68	0·92934	106
1·97	0·81607	224	2·33	0·88395	158	2·69	0·93038	104
1·98	0·81828	221	2·34	0·88550	155	2·70	0·93141	103
1·99	0·82048	220	2·35	0·88705	155	2·71	0·93243	102
2·00	0·82266	218	2·36	0·88857	152	2·72	0·93344	101
2·01	0·82481	215	2·37	0·89008	151	2·73	0·93443	99
2·02	0·82695	214	2·38	0·89157	149	2·74	0·93541	98
2·03	0·82907	212	2·39	0·89304	147	2·75	0·93638	97
2·04	0·83117	210	2·40	0·89450	146	2·76	0·93734	96
2·05	0·83324	207	2·41	0·89595	145	2·77	0·93828	94
2·06	0·83530	206	2·42	0·89738	143	2·78	0·93922	94
2·07	0·83734	204	2·43	0·89879	141	2·79	0·94014	92
2·08	0·83936	202	2·44	0·90019	140	2·80	0·94105	91
2·09	0·84137	201	2·45	0·90157	138	2·81	0·94195	90
2·10	0·84335	198	2·46	0·90293	136	2·82	0·94284	89
2·11	0·84531	196	2·47	0·90428	135	2·83	0·94371	87
2·12	0·84726	195	2·48	0·90562	134	2·84	0·94458	87
2·13	0·84919	193	2·49	0·90694	132	2·85	0·94543	85
2·14	0·85109	190	2·50	0·90825	131	2·86	0·94627	84
2·15	0·85298	189	2·51	0·90954	129	2·87	0·94711	84
2·16	0·85486	188	2·52	0·91082	128	2·88	0·94793	82
2·17	0·85671	185	2·53	0·91208	126	2·89	0·94874	81
2·18	0·85854	183	2·54	0·91332	124	2·90	0·94954	80

$t'$	$\Theta(pt')$	Diff.	$t'$	$\Theta(pt')$	Diff.	$t'$	$\Theta(pt')$	Diff.
2·91	0·95033	79	3·17	0·96749	55	3·42	0·97893	38
2·92	0·95111	78	3·18	0·96804	55	3·43	0·97930	37
2·93	0·95187	76	3·19	0·96857	53	3·44	0·97967	37
2·94	0·95263	76	3·20	0·96910	53	3·45	0·98003	36
2·95	0·95338	75	3·21	0·96962	52	3·46	0·98039	36
2·96	0·95412	74	3·22	0·97013	51	3·47	0·98074	35
2·97	0·95485	73	3·23	0·97064	51	3·48	0·98109	35
2·98	0·95557	72	3·24	0·97114	50	3·49	0·98143	34
2·99	0·95628	71	3·25	0·97163	49	3·50	0·98176	33
3·00	0·95698	70	3·26	0·97211	48	3·60	0·98482	306
3·01	0·95767	69	3·27	0·97259	48	3·70	0·98743	261
3·02	0·95835	68	3·28	0·97306	47	3·80	0·98962	219
3·03	0·95902	67	3·29	0·97352	46	3·90	0·99147	185
3·04	0·95963	66	3·30	0·97397	45	4·00	0·99302	155
3·05	0·96033	65	3·31	0·97442	45	4·10	0·99431	129
3·06	0·96098	65	3·32	0·97486	44	4·20	0·99539	108
3·07	0·96161	63	3·33	0·97530	44	4·30	0·99627	88
3·08	0·96224	63	3·34	0·97573	43	4·40	0·99700	73
3·09	0·96286	62	3·35	0·97615	42	4·50	0·99760	60
3·10	0·96346	60	3·36	0·97657	42	4·60	0·99808	48
3·11	0·96406	60	3·37	0·97698	41	4·70	0·99848	40
3·12	0·96466	60	3·38	0·97738	40	4·80	0·99879	31
3·13	0·96524	58	3·39	0·97778	40	4·90	0·99905	26
3·14	0·96582	58	3·40	0·97817	39	5·00	0·99926	21
3·15	0·96638	56	3·41	0·97855	38	$\infty$	1·00000	
3·16	0·96694	56						

Budapest, den 30. März 1893.

(Anthropologisches Museum.)



# Sur deux sortes de cellules granuleuses chez les Reptiles

par

**A. Prenant,**

professeur d'histologie à la faculté de médecine de Nancy.

(Avec pl. XVIII.)

## I.

En examinant des coupes sagittales de la tête d'Orvets nouveaux (*Anguis fragilis*) et d'embryons de Lézard (*Lacerta vivipara*?) de 35 mm de long, mon attention a été attirée par des cellules spéciales qui se trouvaient dans les espaces conjonctivo-vasculaires compris entre les replis de l'épithélium de la voûte du troisième ventricule, bref dans les plexus choroïdes du cerveau intermédiaire. J'avais cru d'abord que ces éléments étaient limités à ces plexus et à leur voisinage immédiat. Mais en parcourant d'autres points de ces mêmes coupes, j'ai retrouvé les mêmes cellules. De plus, des coupes portant sur d'autres régions du corps, le tronc, la queue, m'ont montré que leur répartition était beaucoup plus étendue encore.

Les objets qui ont servi à mes observations ont été fixés par le liquide de Flemming. Ils ont été colorés de diverses façons: soit par le procédé de Flemming (safranine — violet de gentiane — orange acide G), soit par la safranine et l'orange acide G, soit par la safranine seule; la coloration s'est faite aussi par la glycérine éosique hématoxylique de Renaut, par le vert de méthyle et l'éosine en solution glycérinée, par l'éosine et l'induline en solution glycérinée saturée (Ehrlich); j'ai fait enfin usage de la solution de Bergonzini (vert de méthyle — fuchsine acide—orange G), ce dernier au lieu du Goldorange employé par Bergonzini.

Dans ces conditions, les cellules spéciales dont il est ici question se font remarquer par l'existence dans leur protoplasma d'un grand nombre de grains volumineux colorés soit par l'orange acide G, soit par l'éosine, c'est-à-dire par des couleurs à fonction acide. Il s'agit donc des cellules à grains acidophiles  $\alpha$  d'Ehrlich, orangeophiles ou éosinophiles suivant le cas <sup>1)</sup>.

A ma connaissance, on n'a pas encore signalé chez les Reptiles l'existence d'éléments à granulations acidophiles. Les auteurs en effet, qui ont étudié le sang et les organes hématopoiétiques dans les diverses classes de Vertébrés (Ehrlich [17], Bizzozero et Torre [4, 5, 6], Cuénot [11], Sanfelice [41]), ont négligé complètement ou peu s'en faut les Reptiles, et par conséquent la présence de cellules acidophiles dans ce groupe leur a échappé. Denys [14], à la fin de son mémoire sur la moelle des os des Oiseaux, se réserve „d'appliquer les résultats fournis par les Oiseaux sur la genèse du sang à l'étude du même phénomène chez les autres Vertébrés“ et annonce la publication prochaine de ses conclusions; cette publication, si je suis bien renseigné, n'a pas eu lieu.

L'absence de documents sur les cellules à grains acidophiles  $\alpha$  des Reptiles m'a décidé à faire connaître mes observations.

J'examinerai successivement: a) l'habitat de ces cellules, b) leurs caractères histologiques, c) leur nature.

a) Ainsi que je l'ai dit plus haut, j'avais crû d'abord avoir à faire à des cellules spéciales des plexus choroïdes, ne les ayant observées que là. Dans les travaux consacrés à la structure de ces plexus, elles n'ont pas encore été décrites. Ni Faivre [20], ni Leydig [29] qui cependant parle des plexus choroïdes des Reptiles (p. 526), ne font mention d'éléments semblables à ceux que j'ai vus. Key et Retzius, dans leur grand ouvrage [26], représentent (pl. XVIII. fig. 1 et 4) dans la pie-mère des noyaux autour desquels on trouve presque con-

---

<sup>1)</sup> Les réactions des granulations ne se produisent pas d'une façon très fidèle, toujours conformes aux données d'Ehrlich, lorsqu'on opère sur des objets modifiés par les agents fixateurs et non sur le frais. Ainsi ces mêmes grains qui se colorent par l'éosine ou l'orange c'est-à-dire par des matières acides, peuvent prendre aussi la safranine, matière basique, comme nous l'avons observé sur l'embryon de Léopard dans des coupes colorées uniquement par cette dernière substance. Aussi nous proposons-nous de reprendre sur des matériaux frais ces réactions.



stamment „une plus ou moins grande accumulation de petits granules brillants, arrondis, indiquant un résidu de protoplasme cellulaire“ (p. 150); mais cette description et les figures qui l'accompagnent sont bien loin de coïncider avec ce que nous dirons et représenterons <sup>1)</sup>.

En outre du substratum conjonctif des plexus choroïdes et du voisinage immédiat des plexus (pie-mère épiphysaire et enveloppe conjonctive de l'ocil pinéal), où j'ai observé tout d'abord les cellules acidophiles, je les ai rencontrées outre dans le tissu conjonctif péri- et intraglandulaire (de glandes du reste dont le nom m'est inconnu), dans le tissu conjonctif des ganglions spinaux, dans le périnysium interne et externe, dans le derme, dans le sang qui remplit sur les coupes la lumière des gros vaisseaux, enfin et surtout dans la moelle des os. Abondantes dans les plexus choroïdes et la pie-mère voisine, dans la moelle des os, elles sont encore assez fréquentes dans les glandes et dans le périnysium, et deviennent très rares dans le derme, les ganglions spinaux et le sang. Je ne les ai constatées qu'une fois dans chacune de ces deux dernières localités.

Ces cellules habitent donc en grand nombre la moelle des os des Sauriens, de même que chez les Mammifères et les Oiseaux. On sait que Ehrlich [18], H. Fr. Müller [34] dans la moelle des leucémiques, Löwit [30], van der Stricht [49, 50], v. Scarpatetti [42] dans celle des mammifères à l'état normal, Denys [14], Bizzozero [7], van der Stricht [49] dans celle des Oiseaux ont décrit les éléments à grains acidophiles. Ehrlich et Löwit ont même considéré les „cellules médullaires“ comme le lieu d'élection de la substance  $\alpha$ ; il s'agit des cellules médullaires libres (médullocelles et ostéoblastes) et non pas des cellules fixes de la moelle.

La rareté des cellules acidophiles dans le sang est aussi un fait confirmatif des observations faites sur d'autres vertébrés que les reptiles. Ehrlich [18], Schwarze [45, 46], Rieder [40], Aldehoff [1] et Zappert (?) [54] ont signalé dans le sang de l'homme la présence des cellules acidophiles. Plusieurs auteurs ont d'autre part insisté sur

<sup>1)</sup> Nous n'avons pu consulter deux mémoires, l'un de Tuke [53], l'autre de Pellizzi [38]; leur titre rend improbable du reste qu'il y soit question de cellules acidophiles.

la très faible proportion de ces cellules dans le sang, cette proportion n'augmentant que dans des cas pathologiques (Spilling [48], H. Fr. Müller et Rieder [35, 40]). D'après van der Stricht [49], elles seraient rares aussi dans les capillaires veineux de la moelle des os du pigeon. Sherrington [47], dans le sang du chien, évalue leur proportion à 3 % de la totalité des leucocytes.

b) La forme des cellules à grains  $\alpha$  est généralement arrondie, par exemple dans les plexus choroïdes, dans le périnysium, dans la moelle des os, etc. Dans ce dernier endroit, elles peuvent prendre des formes anguleuses, et ressemblent alors à des ostéoblastes, tant par leur forme que par leur situation au pourtour des espaces médullaires tout contre l'os néoformé.

Le noyau est généralement simple, rarement polymorphe ou irrégulier; il est d'habitude rejeté excentriquement dans un coin du corps cellulaire; sa coloration est plus ou moins intense selon l'état du suc nucléaire.

Le protoplasme est farci de grains de diamètre variable, mais le plus souvent considérable, de telle sorte que les éléments qui les renferment méritent le nom de „cellules grossièrement granuleuses“ (grobgranulierte Zellen) sous lequel Max Schultze [44] a désigné les cellules qu'Ehrlich et ses successeurs ont caractérisées depuis par leur contenu acidophile. Les grains sont plus ou moins gros selon les cellules, et il y a même toutes transitions entre cellules grossièrement granuleuses et „cellules finement granuleuses“ (feingranulierte Zellen de Max Schultze).

Une membrane d'enveloppe bien nette entoure la cellule, qui paraît ainsi une sorte de petit sac bourré de grains (fig. 4).

La coloration des grains est orangée, dans les préparations colorées par le procédé de Flemming (safranine — violet de gentiane — orange acide G) et dans celles où la safranine et l'orange ont été seuls employés. Elle est rose vif dans les préparations soumises à une coloration simple par la safranine<sup>1)</sup>. Elle est rose dans celles traitées par un mélange colorant où l'éosine entre comme élément composant,

---

<sup>1)</sup> Cette réaction montre que les grains ne sont plus exclusivement acidophiles, après fixation par le liquide de Flemming, et qu'ils sont dans une certaine mesure amphophiles.

mais alors d'un rose plus ou moins pur, mélangé de vert (vert de méthyle) ou bleuâtre (induline); la glycérine éosique hématoxylique de Renaut ne colore les grains que si l'on a augmenté la proportion d'éosine qui y est contenue, et la coloration est alors purement rose.

La coloration des grains prête à quelques remarques.

La première est relative à l'intensité de la coloration. Sur mes préparations, fixées préalablement par le liquide de Flemming, la couleur des grains n'était pas très foncée; en d'autres termes les grains ne paraissaient pas saturés de couleur, ainsi que c'est le cas par exemple dans des préparations fraîches de cellules-engrais (Mastzellen), dont les grains se colorent par le dahlia en bleu violacé intense, ou pour des cellules acidophiles dissociées fraîchement dans de la glycérine éosique. Ce n'est cependant pas faute d'un séjour suffisamment prolongé dans la teinture; car les préparations y séjournaient environ douze heures, selon les indications d'Ehrlich. La coloration était du reste encore tellement nette et élective que l'on pouvait distinguer les cellules à grains même au grossissement de 60 diamètres. Il est possible que l'atténuation de la couleur soit due à la nature du liquide fixateur employé. Ehrlich [15, 16, 17] en effet, puis v. Scarpatetti [42], Löwit [31], Cuénot [12] ont indiqué que l'acide acétique (lequel entre dans la composition du liquide de Flemming), l'acide osmique (qui compose essentiellement ce réactif), les acides minéraux en solution étendue (l'acide chromique par conséquent) détruisent la substance colorable  $\alpha$  et s'opposent à la coloration. Schwarze cependant [45, 46] a fait des observations contraires. Ehrlich d'ailleurs dit que l'acide acétique doit être en solution forte pour produire cet effet. De plus, d'après v. Scarpatetti, on observe encore, après la destruction de la substance acidophile, une coloration extrêmement faible des grains, que l'auteur attribue à un substratum délicat et peu abondant de la substance colorable  $\alpha$ . J'admets, à la suite de mes observations, que la substance colorable ait été diminuée quantitativement par le réactif fixateur, d'où une atténuation de la teinte par rapport à ce qu'elle eût été sans doute à l'état frais<sup>1)</sup>. Quant à dire avec Scarpatetti que

<sup>1)</sup> La saison ne me permet pas de me procurer des matériaux frais pour faire la comparaison.

l'acide acétique détruit la substance colorable en totalité, de façon qu'il ne reste que le substratum, ou avec Löwit et Cuénot que les grains sont solubles dans l'acide osmique, il est possible en effet que l'acide acétique et l'acide osmique employés seuls aient l'influence que les auteurs précités leur attribuent; mais ces mêmes liquides en mélange dans le liquide de Flemming sont dépourvus de cette influence ou ne la possèdent qu'à un faible degré. Au reste, ce qui est vrai des grains acidophiles du Lapin et de ceux de l'Ecrevisse peut ne pas s'appliquer aux granulations acidophiles de l'orvet nouveau-né et de l'embryon de Léopard; car l'unité du type acidophile de granulations n'est rien moins que prouvée<sup>1)</sup>.

Bergonzini [3], se servant d'un mélange dans lequel il entre, outre le vert de méthyle (couleur basique), de la fuchsine acide de Weigert et du Goldorange de Griesbach, a constaté que certains grains se colorent par la première exclusivement, certains autres par le second colorant, d'autres enfin prenant une nuance qui participe des deux couleurs. Il explique ces différences en admettant que les grains acidophiles ne le sont pas au même degré dans les diverses cellules et qu'il existe des intermédiaires entre grains acidophiles et grains neutrophiles ou même basophiles. Pour lui, l'orange étant plus acide que la fuchsine, les grains les plus acidophiles se colorent en orange, ceux qui le sont moins en rouge; ceux dont l'affinité pour les matières acides est moyenne prennent une nuance intermédiaire. J'ai constaté de même, à la suite de l'emploi du liquide colorant de Bergonzini, que les grains se colorent par l'orange<sup>2)</sup> en jaune pâle et ne prennent pas la fuchsine acide, tandis que le corps cellulaire des globules rouges a pris une teinte rougeâtre.

A propos des réactions des grains acidophiles, je ne m'explique pas comment van der Stricht [49, p. 91 et 92] peut parler de grains éosinophiles (acidophiles), lorsque ces grains, dans des préparations

<sup>1)</sup> Löwit ne reconnaît aux grains des cellules du sang de l'Ecrevisse qu'une certaine parenté avec les grains  $\alpha$  d'Ehrlich, auxquels il ne les identifie nullement.

<sup>2)</sup> L'orange dont je me suis servi est l'orange G (Grübler) et non le Goldorange (Griesbach) surtout employé par Bergonzini, qui du reste a utilisé aussi l'orange G mais dit avoir obtenu avec ce réactif des colorations moins nettes qu'avec l'autre.

colorées par le violet de gentiane et la safranine, ont pris le violet et non le rouge; s'ils se colorent en violet, ils ne sont plus éosinophiles mais gentianophiles; ils ne sont plus acidophiles, mais basophiles, quels que soient les intermédiaires que l'auteur admet exister entre les deux sortes de granulations. J'ai, il est vrai, aussi observé des cellules que leur forme et leurs caractères généraux rapprochaient des cellules à grains éosinophiles, mais dont les grains avaient pris à la suite du procédé tinctorial de Flemming non pas une couleur orangée mais une teinte bleu-verdâtre. Je rappelle que dans le thymus d'embryons de Mouton j'ai déjà signalé des éléments à grains pareillement colorés [39, p. 131]. J'ai dit alors que la nature de ces grains gentianophiles m'échappait complètement et que je ne savais dans quelle mesure on devait les faire coïncider avec les grains éosinophiles décrits par Schaffer [43] dans le même organe. Il me semble en effet que, lorsque la réaction colorée est différente, les ressemblances extérieures des cellules ne suffisent pas à affirmer l'identité.

En outre de ces éléments à forme de cellules acidophiles mais à grains bleus, on peut en voir ici d'autres à grains noircis par l'acide osmique. Van der Stricht [49] a fait une observation analogue; il a vu des leucocytes à granulations safranophiles dont les grains se colorent en noir par les liqueurs osmiquées; ces grains, non solubles dans l'essence de térébenthine, se distinguent par là des granulations graisseuses qui remplissent souvent le corps cellulaire des leucocytes. N'ayant pas fait usage d'essence de térébenthine, mais de xylol comme réactif éclaircissant, je ne puis décider si dans mes préparations c'est à de la graisse ou à une substance spéciale que l'on a à faire. Chez l'Ecrevisse, Löwit [31] a observé de même l'existence dans des cellules acidophiles d'un certain nombre de grains noircis par l'acide osmique (graisse?)

Un mot encore sur un détail de coloration des grains. Dans la plupart des préparations, notamment dans celles où l'éosine a été employée, on constate que les grains ont des contours beaucoup plus foncés que le centre et paraissent alors entourés d'une sorte d'anneau plus coloré. Ils donnent alors absolument l'impression de petites sphères creuses (fig. 4). Griesbach [22] et Cuénot [12] ont observé des aspects

semblables. „Lorsqu'on fixe par l'acide osmique les amibocytes de l'Ecrevisse, dit ce dernier, les grains se dissolvent presque complètement; il ne reste à leur place que de petites coques creuses, très colorables par certains réactifs (éosine). Dans les globules éosinophiles, ces coques serrées les unes contre les autres figurent une sorte de réseau qui remplit tout le corps cellulaire (charpente de soutien ou *Gerüstsubstanz* de Griesbach). Il semble donc que le grain éosinophile est formé par l'union de deux substances  $\alpha$  et  $\beta$ , qui diffèrent par leur degré de solubilité dans les acides étendus“ (p. 275). J'ai dit plus haut que je n'avais pas constaté chez l'Orvet et le Lézard cette solubilité presque complète des grains par l'action des acides, de l'acide osmique entre autres qui fait partie du liquide de Flemming; l'aspect réticulé du corps cellulaire qui est la conséquence de la solution presque totale des grains m'a donc fait défaut. Du reste ce sont là, semble-t-il, résultats assez variables suivant les aminaux. Car „les grains éosinophiles des Décapodes marins, ajoute Cuénot, ne sont pas tout à fait identiques à ceux de l'Ecrevisse; s'ils se comportent exactement comme ceux-ci après fixation au sublimé, ils sont *très peu solubles* dans les acides étendus (acide osmique, liquide de Flemming). Après traitement par ces derniers réactifs, on retrouve à leur place des grains un peu plus petits, amphophiles, suivant le mot d'Ehrlich . . . . etc.“

c) Il me reste maintenant à parler de la nature des cellules à grains acidophiles.

De ce que l'on observe toutes les transitions entre cellules grossièrement et finement granuleuses et de ce qu'aussi la coloration des grains est selon les cas plus ou moins marquée et souvent intermédiaire entre le type acidophile et le type basophile, il faut conclure, ce semble, avec différents auteurs (Max Schultze [44], van der Stricht [49], Bergonzini [3], Löwit [30], Schaffer [43], M. Heidenhain [24 bis]), qu'il n'y a pas de différence essentielle entre les grains acidophiles et les grains neutrophiles ou même basophiles, entre les cellules grossièrement et les cellules finement grenues. Van der Stricht par exemple (p. 91—92) trouve toutes sortes d'intermédiaires entre les leucoblastes à protoplasma finement granuleux et les leucoblastes remplis de grains éosinophiles, et

conclut: „ces deux cellules ne constituent donc point des éléments tout à fait distincts“. Il fait du reste provenir les leucoblastes à grains éosinophiles d'une part d'éléments semblables, d'autre part des globules blancs à protoplasme finement granuleux.

La distinction fondamentale, basée sur des caractères microchimiques, qu'Ehrlich a établie, tendrait donc à s'effacer, puisqu'entre les cellules acidophiles et les autres il y a des formes de passage et qu'en outre les premières cellules peuvent dériver des autres. Gulland [23] a été plus loin encore dans cette voie et pense que les réactions d'Ehrlich ne sont même pas suffisantes pour établir une classification des leucocytes. Il regarde en effet les grains contenus dans ces éléments comme contingents, venus du dehors et nullement dus à l'élaboration du protoplasma cellulaire. Il en est de même pour Tettenhamer [51], qui admet que les grains  $\alpha$  ne sont que des parties dégénérées des éléments cellulaires, absorbées par phagocytose par des leucocytes, où elles simulent ensuite des éléments constitutants du corps cellulaire.

Après avoir examiné la question de la parenté des cellules à grains acidophiles avec les éléments pourvus de grains d'une autre réaction chimique, il convient de rechercher quelle est la nature de ces cellules. On sait en effet que l'on a beaucoup discuté pour savoir si les cellules éosinophiles extravasculaires sont des globules blancs émigrés hors des vaisseaux, ou bien des cellules étrangères au sang, ou même des cellules fixes.

Pour ce qui concerne d'abord les cellules acidophiles de la moelle des os, van der Stricht [49, p. 90] s'exprime à ce sujet: „Quant à la question de savoir si des globules blancs à granulations éosinophiles quittent les capillaires veineux pour aider à former le parenchyme médullaire, nous n'osons nous prononcer catégoriquement“.

Ehrlich, puis H. Fr. Müller [33] ont considéré les cellules éosinophiles de la moelle des os comme des „cellules médullaires“ spéciales. Je rappelle ici la ressemblance qu'offrent certaines cellules acidophiles dans la moelle des os de l'orvet nouveau-né avec des ostéoblastes, tant par leur forme que par leur situation. Je n'ai pas trouvé par contre d'ostéoclastes à grains acidophiles, ce qui confirme les résultats

négatifs semblables que les auteurs ont obtenu avec les cellules géantes. Contrairement à van der Stricht, pour qui les cellules éosinophiles de la moelle des os ne se montrent qu'assez loin de la ligne d'ossification, je les ai rencontrées parfois tout contre le cartilage.

Quant aux cellules acidophiles du tissu conjonctif lâche et de la pie-mère, je ne puis dire ce qu'elles représentent. Je rappelle seulement qu'Ehrlich a accordé aux cellules fixes du tissu conjonctif chez la Grenouille la propriété de former des grains aussi bien acidophiles que basophiles. „Moi-même, dit Löwit [31, p. 597 et 598] ai rencontré quelquefois dans la moelle osseuse du lapin des granulations éosinophiles dans des cellules qui par leur situation et leur constitution ne pouvaient être considérées que comme des cellules fixes; en outre j'ai trouvé chez des souris, dans le tissu conjonctif qui entoure les glandes lymphatiques, des cellules soit fixes soit libres (extravasculaires) avec les mêmes granulations“. Mais il est tout aussi possible qu'il s'agisse de globules blancs émigrés, comme l'a admis sans restriction Dekhuyzen [13] pour les membranes séreuses de la Grenouille. Le fait que j'ai vu ces éléments entourés à distance d'une sorte de cadre (fig. 2) parle aussi bien en faveur de la première que de la seconde hypothèse; dans le premier cas, ce cadre sera la membrane des cellules fixes dont le contenu s'est écarté; dans le second cas, ce sera le réseau dans les mailles duquel les globules blancs sont librement situés.

## II.

La seconde catégorie de cellules granuleuses que j'ai observée est tout à fait différente de la première avec laquelle je ne veux lui trouver aucune relation. Il s'agit en effet cette fois d'éléments épidermiques, au lieu de cellules d'origine mésenchymateuse.

De plus ces cellules sont bien moins constantes que les précédentes. En effet, chez un embryon de Léopard de 35 mm, je ne les ai rencontrées ni dans la tête, ni dans la queue. Sur trois têtes d'Orvets nouveau-nés que j'ai examinées, une seule m'a offert les éléments en question, que j'ai en outre trouvés dans des coupes de la queue de ce même Orvet.



Ces éléments sont situés dans les écailles et garnissent en plus ou moins grand nombre la face inférieure de l'écaille. Ils attirent l'attention par leur taille qui est considérable et par leur contenu formé de grains volumineux. Ces grains, dans des préparations fixées par le liquide de Flemming et colorées de diverses manières, ne m'ont offert aucune coloration élective; avec la glycérine éosique hématoxylique seule, ils ont pris une teinte bleu-foncé.

Par leur situation, ces éléments appartiennent manifestement à l'épiderme. Voici en effet quelle est la constitution de l'écaille de l'orvet nouveau-né. Elle se compose d'une lamelle dermique très mince, vasculaire, revêtue sur ses deux faces d'une couche épidermique. La couche épidermique de la face supérieure est épaisse et comprend plusieurs assises que je n'ai pas à décrire ici. La couche épidermique de la face inférieure est au contraire très mince et paraît réduite à cette lame striée en long que Kerbert a appelée „couche épitrichiale“ et dont il a montré la constitution cellulaire et non pas seulement cuticulaire. Du côté du derme, cette couche commence par une bande parcourue par plusieurs stries longitudinales et pourvue de noyaux. Sur sa face libre elle est revêtue cà et là par les grosses cellules à grains dont nous parlons ici. Quelquefois, il existe encore par dessus ces dernières une étroite bandelette striée, claire, offrant de place en place quelques noyaux (fig. 5); de la sorte les cellules à grains sont enfouies dans la couche épitrichiale qu'elles soulèvent et dont une mince lamelle les sépare de l'extérieur. Ajoutons que la situation des cellules à grains à la face inférieure de l'écaille est de préférence dans la partie moyenne de celle-ci, ou au voisinage de l'interstice cutané ménagé entre les bases d'implantation de deux écailles contiguës; on ne les trouve pas vers l'extrémité libre de l'écaille.

Parmi les nombreux auteurs qui ont étudié la structure histologique de la peau des Reptiles (Leydig [27, 28], Cartier [10], Kerbert [25], Todaro [52], Batelli [2], Braun [9], Blanchard [8], Lwoff [32], Hanau [24], Nicolas [36], Ficalbi [21], Todaro seul me semble avoir aperçu les cellules à grains ci-dessus décrites. Mais, comme on en pourra juger d'après les remarques qui suivent, il n'est nullement certain que les éléments granuleux qu'il a observés dans l'épiderme des Reptiles coin-

cident avec ceux que nous avons vus chez l'orvet nouveau-né, et d'ailleurs, si ce sont bien les mêmes éléments qu'il a eus sous les yeux, la description et surtout les figures qu'il en donne sont insuffisamment précises.

C'est dans la partie de son travail qui est consacrée à l'étude des changements histologiques de la peau des reptiles pendant la mue, que Todaro signale les cellules qui sont le plus semblables à celles que nous avons observées (p. 1107). Ces cellules dans leur ensemble constituent une couche épidermique spéciale, qu'il appelle „couche glandulaire“. Après avoir décrit les phénomènes de rénovation du jeune épiderme dans un premier stade, il examine ceux qui appartiennent à un deuxième stade, parmi lesquels la formation du *stratum glandulare* et du *stratum lucidum*. „Chez *Ascalabotes mauritanicus*, dit-il, les cellules dentelées superficielles de la nouvelle couche externe du réseau de Malpighi, dans toute la partie libre de l'écaille, se confondent et forment un *stratum protoplasmaticum*, situé entre la couche cornée et le réseau de Malpighi . . . . De ce *stratum protoplasmaticum* naissent deux espèces différentes de cellules, soit les cellules de la couche que je nomme *stratum glandulare* et les cellules du *stratum lucidum*“.

„Les cellules glandulaires naissent les premières; elles ressemblent aux utricles muqueux de l'épiderme des amphibiens; c'est-à-dire qu'elles sont rondes ou ovales, ont une paroi délicate, un contenu visqueux ou muqueux parsemé de gros grains semblables à des globules albumineux, et un ou deux et rarement trois noyaux vésiculeux nucléolés“. L'auteur décrit ensuite comment autour des noyaux de la couche protoplasmaticum non employés à la formation des cellules glandulaires se constituent des cellules qui font partie du *stratum lucidum* (p. 1108).

Il figure les éléments granuleux de la couche glandulaire chez *Ascalabotes mauritanicus* (fig. 21, 22, 23, 24 et 53). Chez *Coleuber viridiflavus* (fig. 42 et 51), il représente en *a''* des éléments analogues qu'il ne rattache pas à la couche glandulaire, mais au *stratum granulosum*. Ces cellules *a''* de la Couleuvre, par leur forme, par la situation qu'elles occupent, sont celles qui se rapprochent le plus des éléments à grains que j'ai vus chez *Anguis fragilis*. Comme ceux-ci elles se distinguent par une taille considérable, par une forme polyédrique

aplatie parallèlement à la surface de l'épiderme, par leur contenu granuleux. Comme eux aussi, elles ne sont recouvertes que par un mince liséré corné, qui est amorphe dans la figure 51 de Todaro à l'endroit où se trouvent les cellules granuleuses elles-mêmes, mais qui se continue plus loin avec une bande striée semblable à celle que nous trouvons dans nos préparations, et que nous pouvons considérer comme la pellicule épidermique superficielle ou couche épitrichiale. Malgré la ressemblance de ces éléments de la couleuvre avec ceux de l'orvet, il nous est impossible de les faire coïncider ensemble, à cause de l'interprétation qu'en donne Todaro. Il en fait des éléments du stratum granulosum: interprétation qui ne saurait convenir à nos cellules de l'orvet, qui ne ressemblent en rien aux cellules de cette dernière couche (comparer fig. 5, *g* et *cg*).

Kerbert [25], bien qu'il ait examiné comme moi un orvet nouveau-né, a méconnu les cellules que je signale; la figure 30, qui se rapporte à cet objet, est d'ailleurs très imparfaite. Dans les planches qui accompagnent son travail, je relèverai, comme se rapprochant le plus de ce que j'ai vu, la figure 13 qui montre en *c'* de belles cellules polygonales renformant des grains volumineux, sur des vues de face de l'épiderme de la couleuvre. Sur des vues de face également de l'épiderme d'*Anguis* et de *Pseudopus*, il montre (fig. 8 et 10) dans la couche épitrichiale des cellules à contenu granuleux de forme polygonale.

Leydig [28, p. 765] décrit dans la peau des serpents au dessous de la cuticule des corps particuliers (fig. 5 et 27), arrondis, possédant un centre grenu et une ou plusieurs bandes annulaires claires. Ces corps ont l'aspect de corps amyloïdes. Ce sont des éléments cellulaires; car l'emploi de l'acide acétique y fait paraître un noyau. Leydig suppose que ces formations sont en rapport avec la mue; elles seraient destinées à soulever et à éliminer la pellicule épidermique. Il n'y a entre ces productions et les cellules à grains de l'orvet qu'une analogie de situation; à tous autres points de vue il n'y a que des différences entre les unes et les autres.

L'interprétation des cellules à grains de l'orvet est difficile à donner.

Todaro rapproche les cellules granuleuses de sa couche glandulaire des utricules muqueux. Un rapprochement de cette nature me convient assez pour les éléments de l'orvet, pour deux raisons. D'abord les grains se colorent vivement par l'hématoxyline, ce qui est une des réactions de la mucine, sinon une réaction spécifique. En outre, on rencontre des cellules qui sont absolument ou presque totalement dépourvues de grains, ayant éliminé le produit de sécrétion; à la place de grains on voit un réseau à larges mailles qui donne à la cellule l'aspect d'un élément mucipare (fig. 6). Le rapprochement des cellules à grains de l'épiderme avec des éléments mucipares demeure toutefois hypothétique, malgré les raisons précédentes qui ne peuvent être tenues pour des preuves.

Une autre interprétation des cellules granuleuses de l'épiderme dans les écailles de l'orvet m'a été suggérée par M. Nicolas, qui, ayant étudié les glandes fémorales des lézards [37] et après avoir vu mes préparations, avait songé à une parenté de ces cellules avec les éléments constitutants des glandes fémorales du lézard. Il s'agirait dans cette hypothèse de glandes unicellulaires disséminées dans tout l'épiderme de l'orvet. Il serait intéressant d'examiner si chez l'orvet, aux environs de la région du tégument qui serait soulevée par les membres inférieurs, si ceux-ci existaient, il n'existerait pas des accumulations de cellules granuleuses constituant des glandes microscopiques comparables sauf leurs dimensions aux organes glandulaires fémoraux des lézards.

---

### Index bibliographique.<sup>1)</sup>

---

- \*1. Aledhoff, Beitrag zur Kenntnis der eosinophilen Zellen. Prager med. Wochenschrift. Nr. 8. 1891.
2. Batelli, Beiträge zur Kenntnis des Baues der Reptilienhaut. Archiv für mikrosk. Anat. Bd. XVII. 1879.
3. Bergonzini, Ueber das Vorkommen von granulierten basophilen und acidophilen Zellen im Bindegewebe und über die Art, sie sichtbar zu machen. Anat. Anzeiger. Nr. 20—21. 1891.

---

<sup>1)</sup> Les travaux marqués d'un \* ne me sont connus que par une analyse. Ceux désignés par † n'ont pu être consultés même sous une forme résumée.

4. Bizzozzero et Torre, Ueber die Blutbildung bei Vögeln. Centralbl. für die med. Wissensch. Nr. 40. 1880.
5. Id., Sulla produzione dei globuli rossi nel sangue. I. Sulla produzione dei globuli rossi negli uccelli. Arch. per le scienze mediche. Vol. IV. 1880.
- \*6. Id., Ueber Entstehung und Entwicklung der roten Blutkörperchen bei Vögeln. Moleschotts Untersuchungen. Bd. XII. 1881.
7. Bizzozzero, Neue Untersuchungen über den Bau des Knochenmarkes bei den Vögeln. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XXXV. 1890.
- \*8. R. Blanchard, Recherches sur la structure de la peau des Lézards. Bull. de la soc. zool. de France. 1880.
9. Braun, Ueber die Haftorgane an der Unterseite der Zehen bei Anolius. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut zu Würzburg. Bd. V. 1879.
10. Cartier, Studien über den feineren Bau der Epidermis der Reptilien. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut zu Würzburg. Bd. I. 1875.
11. Cuénot, Etudes sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale. 1<sup>ere</sup> Partie. Vertébrés. Arch. de zool. expér. 1889.
12. Id., Etudes physiologiques sur les Crustacés décapodes. Arch. de biologie. t. XIII. 1893.
13. Dekhuyzen, Ueber Emigration und Leukocyten. Verh. d. anat. Gesellschaft. 1891.
14. Denys, La structure de la moelle des os et la genèse du sang chez les Oiseaux. La cellule. t. IV. 1887.
15. Ehrlich, Beiträge zur Kenntnis der Anilinfärbungen und ihrer Verwendung in der mikroskopischen Technik. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XIII. 1877.
16. Id., Beiträge zur Kenntnis der granulierten Bindegewebszellen und der eosinophilen Leukocyten. Arch. für Anat. und Phys., phys. Abt. aus Verh. der Berl. phys. Gesellschaft. 1879.
17. Id., Ueber die spezifischen Granulationen des Blutes. Ibid.
- \*18. Id., Methodologische Beiträge zur Physiologie und Pathologie der verschiedenen Formen der Leukocyten. Zeitschrift f. klinische Medicin. 1880.
- \*19. Id., Farbenanalytische Untersuchungen zur Histologie und Klinik des Blutes. Berlin 1891. (cité in Böhm et Oppel, Taschenbuch d. mikrosk. Technik. 1893.)
20. Faivre, Recherches sur le conarium et les plexus choroïdes. Ann. des sc. nat., zool. t. VII. 1857.
21. Ficalbi, Recherches histologiques sur le tégument des serpents. Arch. ital. de biologie. t. X, et Memorie d. Soc. tosc. di sc. nat. t. IX, f. 1. Pise 1888.
22. Griesbach, Beiträge zur Kenntnis des Blutes. Archiv f. d. ges. Phys. Bd. L. 1891.
23. Gulland, The nature and varieties of Leucocytes. Labor. Reports by the R. Coll. of Phys. Edinburgh. Vol. III. 1891.

24. Hanau, Beiträge zur Histologie der Haut des Vogelfusses. Inaugural-Dissert. Bonn 1881.
- 24 bis. M. Heidenhain, Ueber Kern und Protoplasma. Festschrift für A. v. Kölliker. Leipzig 1892.
25. Kerbert, Ueber die Haut der Reptilien und anderer Wirbeltiere. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XIII. 1877.
26. Key et Retzius, Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes. Stockholm 1875.
27. Leydig, Zur Kenntnis der Sinnesorgane der Schlangen. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. VIII. 1872.
28. Id., Ueber die äusseren Bedeckungen der Reptilien und Amphibien. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. IX. 1873.
29. Id., Das Parietalorgan der Amphibien und Reptilien. Abh. d. Senckenb. naturf. Gesellsch. Bd. XVI. 1890.
30. Löwit, Die Anordnung und Neubildung von Leukoblasten und Erythroblasten in den Blutzellen bildenden Organen. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. XXXVIII. 1891.
31. Id., Ueber Neubildung und Beschaffenheit der weissen Blutkörperchen. Beiträge zur pathol. Anat. Bd. X. 1891.
32. Lwoff, Beiträge zur Histologie der Haut der Reptilien. Moscou et Bonn 1881.
33. H. Fr. Müller, Zur Frage der Blutbildung. Sitzung d. k. k. Akademie d. Wissensch. Wien 1889.
34. Id., Zur Leukämie-Frage. Deutsches Archiv f. klin. Medicin. Bd. XLVIII. 1891.
35. H. Fr. Müller et Rieder, Ueber Vorkommen und klinische Bedeutung der eosinophilen Zellen (Ehrlich) im circulierenden Blut des Menschen. Deutsches Archiv für klin. Medicin. Bd. XLVII. 1891.
36. Nicolas, Sur l'épiderme des doigts du Gecko. Internat. Monatsschrift für Anat. u. Phys. Bd. IV. 1887.
37. Id., Les glandes fémorales des Lézards. Bull. des séances de la soc. des sc. de Nancy. 1893.
- †38. Pellizzi, Intorno alle granulazioni dell'ependima ventricolare. Ricerche istologiche. Istituto psichiatrico di Reggio-Emilia. Rivista sperim. di freniatria e med. legale. Fasc. 1. 1893.
39. Prenant, Contribution à l'étude du développement organique et histologique du thymus, de la glande thyroïde et de la glande carotidienne. La cellule. t. X. 1894.
40. Rieder, Ueber Vorkommen und klinische Bedeutung der eosinophilen Zellen im circulierenden Blute des Menschen. Sitzungsberichte d. Gesellsch. für Morph. und Phys. in München. Bd. VI. 1890.
41. Sanfelice, Genèse des corpuscules rouges dans la moelle des os des Vertébrés. Arch. ital. de biologie. t. XIII. 1890.
42. v. Scarpatetti, Ueber die eosinophilen Zellen des Kaninchenknochenmarkes. Archiv für mikrosk. Anat. Bd. XXXVIII. 1891.

43. Schaffer, Ueber das Vorkommen eosinophiler Zellen in der menschlichen Thymus. Centralbl. für die med. Wissensch. Nr. 22—23. 1891.
44. Max Schultze, Ein heizbarer Objecttisch und seine Verwendung bei Untersuchungen des Blutes. Archiv für mikrosk. Anat. Bd. I.
45. Schwarze, Ueber stäbchenhaltige Lymphzellen bei Vögeln. Centralbl. für die med. Wissensch. Nr. 43. 1880.
- \*46. Id., Ueber eosinophile Zellen. Inaugural-Dissertation. Berlin 1880.
47. Sherrington, On Varieties of Leucocytes. 2<sup>e</sup> Congrès intern. de phys. Liège 1892.
- \*48. Spilling, Ueber Blutuntersuchungen bei Leukämie. Inaugural-Dissertation. Berlin 1880.
49. van der Stricht, Nouvelles recherches sur la genèse des globules rouges et des globules blancs du sang. Arch. de biologie. t. XII. 1892.
50. Id., Nature et division mitotique des globules blancs des mammifères. Verh. der anatom. Gesellsch. Göttingen. 1893.
51. Tettenhamer, Ueber die Entstehung der acidophilen Leukocytengranula aus degenerierender Kernsubstanz. Anat. Anzeiger. Nr. 6—7. 1893.
52. Todaro, Sulla struttura intima della pelle dei Rettili. Ricerche fatte nel labor. di anat. normale. Vol. III. Atti della R. Accad. d. Lincei. 1878.
- †53. Tuke (Zur Anatomie der Pia mater). Edinb. med. Journal. Bd. XXVII. Nr. 324. 1882.
- †54. Zappert, Ueber das Vorkommen der eosinophilen Zellen im menschlichen Blute. Zeitschr. für klin. Medicin. Bd. XXIII. H. 3/4. 1894.

### Explication de la pl. XVIII.

- Fig. 1. Plexus choroïdes et épiphyse de l'orvet nouveau-né. Liquide et colorant de Flemming. 60 D. — *pch*, plexus choroïdes. *ep*, épiphyse. *p*, peau. *v*, vaisseau sanguin. *c, c*, cellules acidophiles.
- Fig. 2. Même préparation. Zeiss oc. 4, obj. homog. 1.30, 2.00. 500 D. — *ep*, épithélium des plexus choroïdes. *c, c*, cellules acidophiles. *g*, globules sanguins.
- Fig. 3. Moelle des os de l'orvet nouveau-né. Liquide et colorant de Flemming. Zeiss oc. 4, obj. homog. 1.30, 2.00. 500 D. — *o, o*, bordure osseuse circonscrivant l'espace médullaire. *v*, vaisseau sanguin. *c, c*, cellules acidophiles.
- Fig. 4. Périnysium de l'orvet nouveau-né. Liquide de Flemming. Glycérine éosique hématoxylique de Renaut. Zeiss oc. 4, obj. homog. 1.30, 2.00. 500 D.
- Fig. 5. Ecaïlle de l'orvet nouveau-né. Liquide et colorant de Flemming. Zeiss oc. 4, obj. 0.95, 3.00. 333 D. — *d*, derme. *ep*, épiderme de la face supérieure de l'écaïlle comprenant: *m*, l'assise profonde de la couche muqueuse de Malpighi formée de cellules cylindriques claires; *p*, une

assise de cellules confondues ensemble, faisant partie sans doute encore de la couche muqueuse et correspondant peut-être au *stratum protoplasmaticum* de Todaro; *g*, *stratum granulosum*; *l*, *stratum lucidum* (?); *e*, couche épitrichiale de Kerbert. — Dans l'épiderme de la face inférieure de l'écaille *cg*, les cellules à grains (cellules glandulaires) comprises entre deux bandes striées qui représentent vraisemblablement ensemble une couche épitrichiale.

Fig. 6. Même préparation. Mêmes oculaire et objectif, mais tube tiré. — *d*, derme. *ci*, couche épitrichiale de la face inférieure de l'écaille. *cg*, cellules à grains (cellules glandulaires) vidées de leur contenu.





# Ueber eigentümliche Zellengebilde im Sympathicus des Frosches

von

**N. Loewenthal,**

a. o. Professor der Histologie an der Universität Lausanne.

---

(Hierzu Tafel XIX.)

---

Ausser den bekannten Ganglienzellen findet man im Bauchsympathicus des Frosches eigentümliche, bisher nicht beachtete Zellengebilde, die ebenfalls zu den Nervenfasern in enger Beziehung stehen. Bei weitem nicht so zahlreich, als die eigentlichen Ganglienzellen, kommen sie dennoch durchaus nicht vereinzelt vor und sind häufig zwischen denselben eingebettet. Die Grösse und die äussere Gestaltung dieser eigentümlichen Zellenconglomerate sind sehr verschieden. Man findet z. B. kleinere von etwa  $19:40\ \mu$ ,  $32:54\ \mu$  im Durchmesser und bedeutend grössere, die folgende Durchmesser haben können:  $49:68\ \mu$ ;  $50:60\ \mu$ ;  $27:76\ \mu$ ;  $13:150\ \mu$ ;  $95,5:122,5\ \mu$ . Die einen sind etwa spindelförmig, die anderen unregelmässig kugelig oder nierenförmig beschaffen; mehrere bestehen aus einigen höckerig angeschwollenen Teilen, die durch schmalere Brücken zusammenhängen. Ein Blick auf die beigegebenen Zeichnungen kann in dieser Beziehung längere Beschreibungen ersetzen. Sehen wir nun diese Körper näher an.

Sie sind mit einer Kapsel umgeben, in der stark abgeplattete Kerne sich befinden. Je nach den angewendeten Reagentien erscheint der zwischen der Kapsel und dem Zellenkörper sich befindende Spalt-raum bald mehr, bald weniger erweitert. Da, wo die fraglichen

Zellengebilde einem dickeren Nervenstamme anhaften, ist es leicht, die Continuität der Kapsel mit dem Perineurium zu verfolgen.

Im Zellenleibe sind zahlreiche Kerne eingebettet, während die Zellengrenzen gar nicht angedeutet oder nur spurweise zu erkennen sind. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass in vielen Fällen der ganze Körper als ein einziges, mehrkerniges Gebilde aufgefasst werden muss; in anderen Fällen kann die Einteilung in Zellen nicht ausgeschlossen werden; um jeden Kern herum bildet das Protoplasma eine dichtere Schicht, und man erkennt hellere Streifen als eine Andeutung von Zelleneinheiten. Der Zellenleib ist zwar granuliert, doch hat er, in ganz schwacher Essigsäurelösung untersucht, ein mehr hyalines und etwas glänzendes Aussehen, wie es auch für die Ganglienzellen der Fall ist. Allerdings ist die Granulierung nicht überall in derselben Weise ausgesprochen und hängt auch teilweise von den angewendeten Reagentien ab. Nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure scheint der Zellenleib vielmehr homogen und ist schwach gelbbraunlich gefärbt. Pikrinsäure färbt ihn gelb; er reduciert Chlorgold, obwohl die Färbung nicht so intensiv-violett erscheint, als es für die Ganglienzellen der Fall ist. Eine andere Eigentümlichkeit betrifft das Hervortreten bei der genannten Behandlung von netzförmigen, intensiv-blau gefärbten Structuren.

Die Kerne haben  $5,8-7,3 \mu$  und bis  $8,5 \mu$  im Durchmesser, sind abgerundet, ovoïd oder ellipsoïdisch gestaltet; sonst ist an ihnen nichts Eigentümliches zu merken. Sie sind zahlreich, noch zahlreicher, als es die Figuren veranschaulichen; weil in den Zeichnungen hauptsächlich nur die Kerne, die in einer Ebene zu liegen kommen, dargestellt sind. An der Oberfläche sieht man hier und da stärker abgeplattete Kerne.

Die Zellengebilde, wenigstens eine grosse Anzahl derselben, stehen, wie gesagt, mit Nervenfasern in Verbindung. Die einen scheinen den Nervenstämmchen nur anzuliegen (Fig. 1); wenigstens waren in diesen Fällen ein- oder austretende Fasern nicht zu ermitteln, obwohl wegen der Feinheit derselben und der relativen Dicke der Körperchen Irrtümer nicht ausgeschlossen werden können. Andere stehen gewiss in enger Beziehung zu den Nervenfasern; bald treten sie an den zugespitzten Enden der Körperchen hervor (Fig. 3 und 6), bald auch an

den übrigen Theilen der Oberfläche; oft lassen sie sich eine Strecke weit in das Innere der Körperchen verfolgen (Fig. 7), wo sie aber dem Blicke des Beobachters sich entziehen. In allen bis jetzt untersuchten Zellengebilden haben die mit denselben in Zusammenhang stehenden Nervenfasern als graue, Remak'sche, sich herausgestellt.

Die zwei ausserdem beigegebenen Zeichnungen (Fig. 9 und 10) von Ganglienzellen dienen erstens, um die relative Grösse derselben und der soeben beschriebenen Zellengebilde zu veranschaulichen; zweitens, um die Thatsache zu beweisen, dass die Spiralfaser, in einer sehr grossen Anzahl von Ganglienkörperchen, nur eine ganz knappe Zahl von Windungen beschreibt, und dass die Windungen ganz locker angeordnet sein können; drittens, dass beide Fasern, die gerade und die spiralförmige, eine grosse Strecke weit in derselben Hülle verlaufen können und, sofern es mir gelungen ist dieselben zu verfolgen, keine Markhüllen enthalten. Ich kann sogar, gestützt auf zahlreiche Zerzupfungen, behaupten, dass im Bauchsympathicus das soeben geschilderte Benehmen sehr häufig zu beobachten sei. Die Grösse der Ganglienkörperchen ist übrigens ziemlich verschieden; es kommen auch merkbar kleinere vor, als die in den Figuren 9 und 10 dargestellten. Man findet auch kleine Gruppen von ganz kleinen Ganglienkörperchen, die einem gemeinsamen Stiele angehören und von einer gemeinsamen perineuralen Hülle umgeben sind.

### Erklärung der Tafel XIX.

Alle Figuren bei Seibert's Objectiv V, Ocular II, gezeichnet.

Fig. 1—8. Zellenconglomerate, von verschiedener Form und Grösse, aus dem Bauchsympathicus des Frosches. — *K* Kapsel; *P* Perineurium; *R. f* Remak'sche Fasern; *Pz* Pigmentzellen.

Fig. 9 und 10. Ganglienkörperchen aus demselben; in der Ganglienzelle Fig. 9 war das Perineurium augenscheinlich beim Zerzupfen zerrissen worden.

# On the Form of the Intraventricular and Aortic Pressure Curves obtained by a new Method

by

**W. M. Bayliss**, B. A. (Oxon.) B. Sc. (Lond.) and **Ernest H. Starling**, M. D.  
(Lond.) M. R. C. P.

From the Physiological Laboratory of Guy's Hospital.

---

(With pl. XX and one cut.)

---

It is not our purpose in the present paper to enter into a discussion of the various forms of endocardial pressure curves obtained by different observers with various methods of registration, nor do we intend to review the history of the question; but shall content ourselves with referring readers to Tigerstedt's account on pages 82 to 108 of his „Lehrbuch des Kreislaufs“ (1893).

In view of the difference of opinion as to the true form of the intraventricular pressure curve, we thought it advisable to attempt the registration of the curve by a totally different method and this as simple a one as possible; accordingly, we devised the manometer, a short account of which was published in the Guy's Hospital Reports, 1892, p. 307. In this instrument, we photograph the changes of volume of a small air-space at the end of a capillary glass tube, connected directly with the cavity (left ventricle or aorta), the variations of pressure within which we desire to investigate. To do this, a piece of thick-walled glass tubing about 1 cm in diameter is drawn out at one end in the blow-pipe flame to a fine capillary, the dimensions of which, in the particular instrument we made use of, will be

found below. This is connected by narrow lead tubing to a threeway stopcock, from which on the one hand a tube proceeds to a pressure-bottle, containing 25 % magnesium sulphate solution, and on the other to a short piece of lead tube, soldered to a brass nozzle, which fits into a brass stopcock at the end of the heart catheter. By this means, the capillary tube can be put into connection, either with the pressure bottle or with the heart cavity. To prepare the instrument for use, the point of the capillary being open, fluid is run in from the pressure-bottle, until a small air-space is left at the top, and the point is then sealed by a flame, so that the cavity is closed. The meniscus at the junction of the air and fluid is then focussed by a Zeiss A. microscope objective on to the surface of a photographic film attached to a rotating cylinder, a lime-light lantern being used as source of light. Between the microscope lens and the cylinder, there are interposed — 1<sup>st</sup>. a shutter for convenience of exposure; and, 2<sup>nd</sup>. a narrow vertical slit. The image of the slit being focussed on the film by a cylindrical lens, gives a very fine sharp line of light, broken by a dark band where the image of the meniscus falls. One boundary line of the band can be focussed quite sharply by means of the fine adjustment of the microscope. A tuningfork of 50 vibrations per sec. with a slip of paper projecting from one limb across the slit, serves to register the time. The films found most convenient were Edwards' Isochromatic Instantaneous and were developed by Eikonogen.

The dimensions of the air-space were the following:

Length. . . . . 3·8 mm

Diameter . . . . . 0·3 mm

therefore volume = 0·268 cub. mm.

It is well at the outset to state that we do not lay any stress on absolute measurements of pressure made with this instrument, for two reasons:

1<sup>st</sup>. It is impossible to obtain accurate measurements of the dimensions of the air-space, and the capillary is probably very slightly conical in form, and:

2<sup>ndly</sup>. We have no means of knowing how far the compression of the air takes place adiabatically. If the pressure-bottle is quickly

placed in connection with the capillary by turning the stopcock, the air is compressed, but photographs taken of this seem to show that the heat formed escapes as rapidly as it is produced, for the volume of the air-space does not further diminish under continued exposure to the same pressure, as it would do if it had been heated, and moreover the rate of compression is probably not sufficiently rapid for it to be adiabatic.

Let us now see how far the instrument fulfils other conditions of a good manometer.

I. *As to mass moved.* It is obvious that a great advantage is gained by the abolition of levers etc., for recording the movement; and, besides the diminution of mass, the photographic method has the further advantage of giving curves whose ordinates are straight lines instead of arcs of circles, as in all cases where levers moving around a centre are employed. The only mass moved is the volume of fluid forced into and out of the capillary; this we have measured, and find that, for 100 mm mercury increase of pressure, there is a volume of fluid moved equal to 0.0335 cub. mm. In this respect it compares very favourably even with Hürthle's small "Gummimanometer", the corresponding volume of fluid in which is equal to 90 cub. mm.<sup>1)</sup>

II. *As to Rapidity of Movement, or Inertia.* The most rapid rate of change of pressure we were able to produce was one of 4750 mm Hg. per second, and to this our instrument responded accurately, although with a few vibrations before coming to rest. Hürthle's instrument, undamped, could move at a rate of 10 000 mm Hg. per second. In this respect therefore, we can only say that our instrument responds to the most rapid rate at which we have tested it.

III. *As to Mobility.* In respect of latent period, we have made no measurements, but that the instrument can respond to rapid changes of pressure is shown by the fact that the number of vibrations, produced in the instrument itself by very suddenly turning on the pressure-bottle, amounted to 63 per second.

IV. *As to Aperiodicity.* When the tap connecting the manometer

---

<sup>1)</sup> Pflüger's Archiv. XLIII, p. 409.

to the pressure-bottle is turned at such a rate that the pressure in the manometer changes at the rate of 1100 mm of mercury per second<sup>1</sup>), the meniscus takes up its final position without vibrations, as shown by the photograph Fig. 1. plate XX. (The lower angle is the one to be observed.) When the rate of change of pressure exceeds this, there are a few rapid vibrations (63 per second), before the meniscus comes to rest. Measurements of the most rapid changes in the intraventricular curve (the ascending part) show that in the cases observed by us, it never exceeded 1000 mm Hg. per second, and this is within the capability of the instrument to respond to without vibrations. An important point is that, in the capillary manometer, this aperiodicity is obtained without any additional damping, as in Hürthle's and von Frey's instruments, although the former instrument can be at any time damped to any degree once found to be adequate by means of the graduated scale to the stopcock, and in practice shows itself to be a very convenient and accurate instrument.

A final advantage the capillary manometer possesses as an accurate recorder of pressure curves is that the unavoidable friction of the tracing point on the smoked paper is absent; anyone, who has worked with any of the manometers writing on smoked paper, knows how very little friction is sufficient to obliterate all the secondary waves on the curve.

Our object in describing this capillary manometer is to show that it is an instrument giving a truer reproduction of the intraventricular variations of pressure than any other equally simple one, and therefore curves obtained by it may serve as standards with which to compare those obtained by any other form of manometer, and to accept or reject them accordingly. Our method is not one capable of general use, because of the complications of the photographic recording method, but it seemed to us worth doing on account of the truth of the records so obtained.

---

<sup>1</sup>) Of course this does not mean that the pressure ever reached this amount, the pressure actually used (equal to the height of the pressure-bottle above the manometer) was 95 mm Hg. and, in the case mentioned, this was reached in 0.08 secs

*Method of Experiment.* Large dogs only were used; these were anaesthetized with a hypodermic injection of morphia, half to one hour before the experiment, and during the latter by the inhalation of a small amount of A. C. E. mixture, in addition. The left carotid artery was dissected out in the neck, and the heart catheter, consisting of a piece of German silver catheter tube open at the cardiac end and provided with a stopcock at the other end, which fitted tightly the nozzle of the lead tube of the manometer, was inserted into the central end, and gently pushed down between the semilunar valves into the left ventricle. After a few trials, it is easy to do this, and the sudden change of the beats of the upper end of the tube indicates when the cavity of the ventricle is reached. There is thus an open communication between the manometer and the heart cavity. Clotting very rarely occurs when the catheter has been previously completely filled by 25 % Magnesium sulphate solution, no doubt because such a very minute quantity of blood enters the tube at each beat. The vagi were usually cut and the peripheral end of one of them prepared for excitation.

### The Intraventricular Pressure Curve.

The general form of the curve is as described originally by Chauveau and Marey<sup>1)</sup> and confirmed by Fick<sup>2)</sup>, Frédéricq<sup>3)</sup>, and Hürthle<sup>4)</sup>, and consists of:

1. A very steep ascending limb;
2. A plateau nearly parallel to the abscissa, or ascending or descending, and having upon it three waves more or less wellmarked; and
3. A very steep descending limb. (Figs. 2, 3, 4, 5, and 6. Plate XX.)

The auricular beat is generally shown by a slight elevation at the foot of the ascending limb, (seen best in Figs. 4 and 5, under

<sup>1)</sup> Gazette méd. de Paris. 1861, p. 320.

<sup>2)</sup> Pflüger's Archiv. XXX, p. 600.

<sup>3)</sup> Travaux du laboratoire. II, pp 73, 74. 1888.

<sup>4)</sup> Pflüger's Archiv. XLIX, pp. 29 et seq. 1891.



vagus excitation). The rate of increase of pressure during the quick ascent is, as already mentioned, 1000 mm Hg. per second and in our curves (Fig. 2) it reached the amount of 87 mm Hg., that is, supposing the heat produced during the compression of the air to have been dissipated as fast as formed. If the compression were adiabatic, the amount of pressure needed to produce the observed deflection can be calculated by the formula:

$$\frac{(V)^K}{(V')^K} = \frac{P'}{P}$$

where  $V$  is the original volume of the air under the original pressure  $P$ , i. e., in our experiment, the atmospheric pressure, and  $V'$  is the volume under the pressure  $P'$ , that is, the intraventricular pressure, plus the atmospheric pressure, and  $K$  is the ratio of the two specific heats of a gas, that is, 1.4. When calculated out by this formula, the maximum pressure produced in the left ventricle amounts to 128 mm Hg. as against 87 mm Hg. The real value is probably somewhere between these two, but as said above, we lay no stress upon absolute measurements of pressure based upon our curves.

The three waves constituting the plateau vary considerably in relative height. Sometimes the first is the highest, as in Figs. 5 and 6, and at other times, the second is higher than the first, as in Figs. 2, 3 and 4. When the heart is beating quickly, the third wave is not very distinct, but is quite marked in Fig. 6, and is always to be seen. It shows itself better when the heart is slowed by moderate excitation of the vagus, as in Fig. 4. We are not prepared to give an interpretation of these waves, nor do we think that a sufficient one has been as yet suggested. Roy and Adami<sup>1)</sup> consider the second wave to be due to contraction of the papillary muscles. This much we can say positively, that the three waves are not of instrumental origin, and this for several reasons. In the first place, we have shown our instrument to be aperiodic for such rates of change as occur in the heart-beats investigated by us. In the second place, if the waves were due to vibrations set up in the column of fluid in the tube, the second

<sup>1)</sup> The Practitioner. 1890. I. pp. 88—94

wave would be *less* than the first, whereas it is usually *greater* (i. e., the curve is anacrotic). In the third place, if these were instrumental vibrations, their period would be  $\frac{1}{63}$  of a second, as shown above, where as it is much longer, about  $\frac{4}{50}$  of a second, in fact; and the interval between the first and second is moreover considerably less than that between the second and third. This last point is shewn best in Fig. 6, where the drum was moving at a slightly greater speed than in the other figures; unfortunately, the tuning fork was not in position, so that we must give the measurements in distance, the interval between the first and second waves being 3 mm, and that between the second and third being 4 mm.

In Fig. 4 (vagus excitation) and Fig. 6, there is seen the wave on the descending limb, first noticed by Chauveau and Marey, and not obtained in the dog until recently (by Frédéricq and Hürthle with improved methods of registration).

When the heart is beating slowly (Figs. 4 and 5), there is a well-marked negative pressure in the ventricle at the commencement of diastole. In amount this is about 23 mm Hg.

The wave following the negative pressure in Fig. 4 is no doubt an auricular beat, since it bisects the interval between the undoubted auricular beats preceding the two ventricular beats. In this case the ventricle was only beating in sequence to each alternate auricular contraction, as so often happens in vagus excitation.

One point remains to be mentioned. Von Frey's explanation of the origin of the plateau, viz., that the sound was inserted too far into the ventricular cavity and was obstructed by the ventricular walls before the systole was completed<sup>1</sup>), certainly does not hold good for our experiments, since our catheter tube was only passed just beyond the aortic valves and its withdrawal by only about  $\frac{1}{2}$  an inch was sufficient to convert the ventricular curve into an aortic one.

#### The Aortic Pressure Curve.

The aortic, like the intraventricular pressure curve, is sometimes anacrotic (Figs. 7—10. Plate XX), but it always shows the three

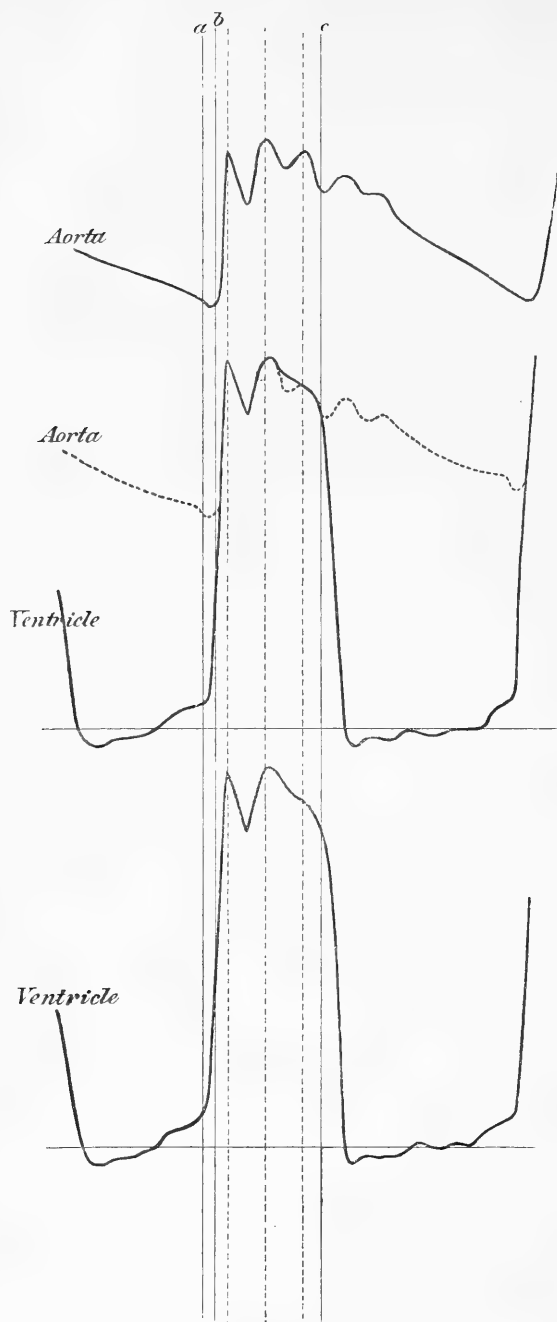
<sup>1</sup>) Frey und Krehl, Arch. für Anat. und Physiol., Physiol. Abteilung. 1890. pp. 37—42.

waves of the ventricular plateau followed by the dicrotic notch, and occasionally (Fig. 8) the three are very sharply marked. There is one wave distinctly and invariably present immediately following the dicrotic notch; this is usually followed by another less distinct, and sometimes there are one or more small following undulations. A point of interest is the slight depression, seen best in the two first beats of Fig. 8, which occurs immediately before the sharp upstroke.

#### Relation of the Intraventricular to the Aortic Pressure Curves.

If we compare the aortic and intraventricular pressure curves taken immediately following one another, so that the heart was beating at the same rate and under similar conditions as regards arterial pressure, as, for instance, Figs. 2 and 8, by superposing them one upon the other (as Frédéricq has done<sup>1</sup>) we see how close is the agreement between the first part of the aortic curve and the upper part of the ventricular curve. The figure at the end of this paper was obtained in the following way. Images of curves Figs. 2 and 8 were projected by means of a lantern on to a piece of paper, at such a distance from the lantern lens that the magnification was about twice the natural size, and their outlines were followed by a pencil. In the Figure, the aortic curve is at the top and the ventricular one at the bottom; the middle curve was obtained by first tracing a ventricular curve like the bottom one, and then projecting on to it an aortic curve, like the top one, taking care of course that the systolic upstrokes of the two curves coincided. We see now that the first two waves of the ventricular plateau coincide exactly with the first two aortic waves, and that the third corresponds in position, but is rather higher in the aortic curve. The descent of the two curves corresponds for a certain distance, i. e., to the point where Hürthle and Frédéricq place the closure of the aortic valves; from this point the ventricular curve continues its descent, while the aortic curve is raised again by the arrival of the dicrotic wave. The point where

<sup>1</sup>) *Éléments de Physiologie*. 3rd. Edit. 1893, and in *Centralblatt f. Physiologie*. 1893, p. 42.



the two curves depart from each other is marked in the Figure by the line *c*. The interval between the two vertical lines, *a* and *b*, is the time taken by the ventricular pressure to reach that of the aortic and to open the semi-lunar valves (the "Anspannungszeit" of Gad). The three vertical dotted lines of the figure mark the summits of the three waves of the ventricular plateau.

In conclusion, the points on which we would lay most stress are, that the true form of the normal intraventricular pressure curve is that of a plateau with three summits, as originally described by Chauveau and Marey; and that a blood-pressure manometer approaches accuracy the more nearly, the more perfectly it gives this form of curve.

### Description of plate XX.

---

All Figures to be read from left to right. Time tracing (when present) in fiftieths of a second. In all, (except Fig. 10), the lower edge of the meniscus was focussed, so that the curve to be read is formed by the line of junction of the lowest white area with the middle grey or black area.

- Fig. 1. Test of instrument. Deflection caused by suddenly diminishing pressure from 95 mm of mercury to zero. Shows absence of vibrations with a rate of alternation of pressure at least as steep as that of the intraventricular pressure. The faint vertical lines, (caused by slight regular variations of velocity of the photographic film), serve as convenient ordinates to measure from.
- Fig. 2. Intraventricular pressure of left ventricle. Heart beating quickly. Plateau with three waves on the top, second, and third waves partially fused.
- Fig. 3. A similar curve from another dog, heart beating rather more slowly, second wave higher than the first.
- Figs. 4 and 5. Intraventricular pressure of left ventricle. Vagus excited. Shows auricular beat, the three waves on the summit of the plateau, the wave on the descent, and considerable negative pressure following the ventricular beat. The beat after the negative pressure in Fig. 4 is apparently an auricular beat not followed by a ventricular beat, owing to the vagus excitation. In Fig. 5, there are also some isolated auricular beats.
- Fig. 6. A similar curve from another dog. Heart beating slowly from morphia. Shows very distinctly the three waves on the summit of the plateau and the notch on the descent.
- Figs. 7, 8 and 9. Various forms of katacrotic, aortic pressure curves. In Fig. 7, vagus excited. All show three waves (corresponding to the three waves on the plateau of the ventricular curve) preceding the dicrotic notch and two waves following it.
- Fig. 10. An anacrotic aortic pressure curve. In this case the top of the meniscus was focussed, so that the curve to be read is the junction of the grey area with the white strip between it and the uppermost lighter grey area. (An unusual form.)

Note. Figs. 7 and 8 come from the same dog as Fig. 2, and Fig. 9 from the same dog as Figs. 3, 4 and 5, Figs. 6 and 10 come from two other dogs.

---

## Nouvelles universitaires.\*)

---

Dr. A. Hannover, emeritierter Professor in Kopenhagen, ist daselbst, 80 Jahre alt, am 8. Juli gestorben.

Der emeritierte Professor der Anatomie, Hofrat J. Hyrtl, ist am 17. Juli in Perchtoldsdorf bei Wien, 84 Jahre alt, gestorben.

Dr. L. Teichmann, Professor der Anatomie in Krakau ist, 70 Jahre alt, in den Ruhestand getreten.

---

\*) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans les facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel“ les fera connaître dans le plus bref délai.

# **Zur Kenntniss der Lage und Form des mesenterialen Teiles des Dünndarmes und seines Gekröses**

VON

**D. Sernoff,**

o. ö. Professor der Anatomie an der Universität,  
Präsident der physico-medicinischen Gesellschaft zu Moskau.

---

(Mit 10 Figuren.)

---

Mit Bewilligung des Autors und unter der Redaction von Prof. A. Rauber  
ins Deutsche übertragen von Dr. J. Weinberg.

---

In meinem Lehrbuch der descriptiven Anatomie des Menschen<sup>1)</sup> machte ich, gelegentlich der Schilderung der Eingeweide, an mehreren Stellen erläuternde Bemerkungen bezüglich der Zulässigkeit der üblichen Anschauungen über die Form derselben. Ich wies darauf hin, dass wir nur an Leichen, die vor Eröffnung der Körperhöhlen erhärtet waren, ein zutreffendes Urteil über Form und Grösse aus dem Körper entnommener Organe uns zu bilden im stande sind. Dieses gilt auch für die parenchymatösen Organe, wie die Leber, besonders aber für die Hohlorgane, wie Magen, Harnblase etc. Die Grösse und Form des vor Eröffnung der Bauchhöhle erhärteten Magens entsprechen so wenig den üblichen Anschauungen, dass ich schon vor langer Zeit an der Berechtigung unserer diesbezüglichen Vorstellungen vom Dünndarm, insbesondere dessen mesenterialem Teil, d. h. Jejunum und Ileum, zu zweifeln begann.

Angesichts der schönen Resultate, welche die von Braune behufs Fixierung der Formen der Eingeweide überhaupt eingeführte vorbereitende Injection uneröffneter Leichen mit starken Lösungen von Chromsäure ergibt, lag der Gedanke nahe, diese Methode zur Fixierung der Form des Dünndarmes und dessen Gekröses in dem noch

---

<sup>1)</sup> Moskau 1891.

geschlossenen Bauchraum zu verwerten, in der Hoffnung, über die wahre Form, Länge und Lage der Dünndarmschlingen ins Reine zu kommen.

Die gangbare Vorstellung, der Dünndarm bilde ein einfaches, cylindrisches Rohr, erschien mir wenig zutreffend; denn ein cylindrisches Rohr kann man nicht in so steile Falten legen, wie sie der Dünndarm in situ bildet, ohne dass tiefe, das Lumen erheblich verengernde Knickungen entstünden, welche an dem in der Bauchhöhle befindlichen Darme nicht wahrzunehmen sind. Es war daher schon a priori zu erwarten, dass der Dünndarm nicht die Form eines regelmässigen cylindrischen Rohres darbote.

Was die Länge des Dünndarmes betrifft, so finden sich bei den verschiedenen Autoren bekanntlich sehr differente Angaben hierüber. Wenn wir von den individuellen Abweichungen ganz absehen, so schwanken sogar die von den Autoren angeführten Mittelwerte zwischen 4,97 m (Hyrtl) und 8,0 m (Sappey). Diese abweichenden Angaben erwecken unwillkürlich Zweifel an der Richtigkeit der ausgeführten Messungen, zumal die Mehrzahl der Untersucher über die Mittel, welche zur Verhütung einer künstlichen Dehnung des Darmes bei der Messung von ihnen herangezogen waren, entweder nichts melden, oder einfach bemerken, es sei der frische Darm gemessen worden. Tarenetzky<sup>1)</sup> allein schickte einigen seiner Messungen Spiritushärtung voran. Die natürliche Dehnbarkeit der Därme und ihre Neigung, frühzeitiger als andere Organe in der Leiche Fäulnisveränderungen einzugehen, muss eben zu besonderen Vorsichtsmaassregeln bei der Untersuchung aufordern.

In Beziehung auf die Form und Lage der Dünndarmschlingen glaubte man bei der grossen Beweglichkeit des Organes von einer genauen Bestimmung gänzlich absehen zu müssen. Die Mehrzahl der Autoren giebt daher überhaupt keine dies betreffende Angaben. Nur allein Sappey macht einige unbestimmte Bemerkungen über die Form der Schlingen. So war es bis 1891, wo Henke in einer Publication<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Tarenetzky, Beiträge zur Anatomie des Darmkanales. *Mémoires de l'Académie Imper. des sciences de St. Pétersbourg* 1881.

<sup>2)</sup> W. Henke, Der Raum der Bauchhöhle des Menschen und die Verteilung der Eingeweide in demselben. *Archiv f. Anat. und Physiol.* 1891. H. 2 und 3.



zum erstenmal auf das Vorhandensein einer Regelmässigkeit in der Lagerung der Dünndarmschlingen die Aufmerksamkeit hinlenkte. Er teilt den Bauchraum durch die nach vorn convexe Wirbelsäule und die beiderseitigen Musculi psoas in drei Kammern, und behauptet, dass im linken oberen Teile des Abdomens, d. h. links von der Wirbelsäule und dem linken Psoas, der Dünndarm quere resp. horizontale Züge darstelle, dass dagegen die Gruppe der Dünndarmschlingen, welche im rechten unteren Abschnitt des Bauchraumes, d. h. in dem Raume zwischen Psoas sinister und Colon ascendens einschliesslich der Höhle des kleinen Beckens Platz nehmen, aus verticalen Zügen sich zusammensetze. Die genannten zwei Gruppen von Dünndarmschlingen würden nur durch einen Zug verbunden, welcher über den unteren Teil des linken Psoas sich herüberwinde. Die Abgrenzung beider Schlingengruppen ist, wie Henke berichtet, so vollständig, dass die in der Richtung des linken Psoas hinübergleitende Hand nur *ein* Hindernis antrifft, das ist jener eben erwähnte Darmzug, welcher beide Schlingengruppen in Verbindung setzt.

In dieser Beobachtung Henke's erscheint es unverständlich, warum nur der linke Musculus psoas eine Abgrenzung zweier Darmschlingengruppen bewirke? Stände die Verteilung der Darmschlingen in einem Abhängigkeitsverhältnis von der Lordose der Wirbelsäule und der Psoasmuskeln, so wäre doch zu erwarten, dass nicht zwei, sondern drei Gruppen von Schlingen abgegrenzt werden. Weiterhin giebt Henke nicht an, ob der Darm in seiner ganzen Länge die oben gekennzeichnete Regelmässigkeit der Lage aufweise oder ob diese letztere nur für die oberflächlichen Schlingen Geltung habe, wie denn überhaupt von den tiefen Schlingen keinerlei Meldung geschieht. Was die in Rede stehende, von Henke beobachtete Regelmässigkeit der Lage der Darmschlingen angeht, so habe ich mich bei der Eröffnung der Bauchhöhle einigemal von dem Vorhandensein einer solchen überzeugen können; allein in der weitaus grössten Zahl der Fälle war sie nicht zu beobachten. Indessen war es in Anbetracht des Umstandes, dass meine Beobachtungen an frischen Leichen gemacht waren, wo die Darmschlingen bei der Section selbst dislociert sein konnten, noch nicht statthaft, die Angaben Henke's zu leugnen. Vielmehr sah ich mich veranlasst, zur Untersuchung der

Lage der Dünndarmschlingen eine vorherige Blutgefässinjection mit Chromsäurelösung auszuführen.

Zu diesem Ende machte ich sechs Injectionen; davon konnten nur vier als vollständig gelungen nach jeder Richtung für die Untersuchung verwertet werden; die beiden übrigen Fälle, der eine wegen einer ausgesprochenen Lage-Anomalie des Dünndarmes, der andere wegen Vorhandensein von Peritonitis, kommen nicht in Betracht. Wie gering die Zahl der untersuchten Leichen auch war, so genügte sie, wie im nachfolgenden gezeigt werden soll, dennoch, um mich zu ganz bestimmten Schlüssen bezüglich der einschlägigen Fragen zu führen.

Meine Versuchsanordnung geschah folgendermaassen. Die Leiche wurde durch die Femoralarterien mit einer 12 % wässrigen Lösung von reiner Chromsäure unter dem Druck einer mässigen, ca. 0,5 m hohen Flüssigkeitssäule injiziert. Im Laufe von  $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden wurden nahezu 7000 ccm der Lösung oder etwas darunter aufgenommen (behufs Sparung der kostspieligen Lösung waren die oberen und unteren Gliedmaassen mit einem Guttapercharinge constringiert worden). Sodann wurde die Leiche auf 4—5 Stunden in einen kalten Raum gebracht damit die Säure die Gewebe gehörig durchdringe und zur Erhärtung bringe. Hatte die Consistenz der Weichteile eine guttaperchaähnliche Beschaffenheit angenommen, so entfernte ich die gesamte vordere Bauchwand und verfertigte sofort nach Herausnahme des grossen Netzes (welches in der Mehrzahl der Fälle die Därme nicht bedeckte, sondern inmitten der Darmschlingen sich verwickelt hatte) einen Gypsabguss der Darmschlingen. Von diesem Negativ wurde unmittelbar darauf ein positiver Abguss genommen; dieser letztere legte bleibendes Zeugnis ab von der Lage der Darmzüge, welche mit der vorderen Bauchwand in Contact gestanden hatten. Darauf wurden die eben genannten Darmzüge am Cadaver mit einer spirituösen Fuchsinlösung gefärbt, dies mit der Absicht, um nach Herausnahme der Därme die oberflächlichen Schlingen von den tiefen unterscheiden und über die relative Länge beider urteilen zu können. Endlich wurden, um späterhin eine Darmschlinge von der anderen unterscheiden zu können, auf diesen mit Tinte Ziffern aufgetragen; Schlingen von beträchtlicherer Länge erhielten zwei Ziffern, je eine an den beiden sichtbaren Enden, um die Be-

stimmung des oberen und unteren Endes eines jeden Darmbezirkes sicherzustellen. Die betreffenden Ziffern wurden entsprechend auch in das Gypsmodell eingetragen.

Nach diesen Vorbereitungen schritt ich zur Abtragung des Darmes vom Gekröse, welche infolge der beträchtlichen Härte des Darmes und des Mesenterium zu einer recht mühsamen Operation sich gestaltete. Ich entfernte nur den mesenterialen Teil des Dünndarmes, die Enden desselben wurden an der Flexura duodeno-jejunalis und an der Einmündung in das Caecum durchschnitten. Duodenum, sowie alle übrigen Organe blieben in situ. Nach Entfernung des Darmes bot sich ein



Fig. 1.

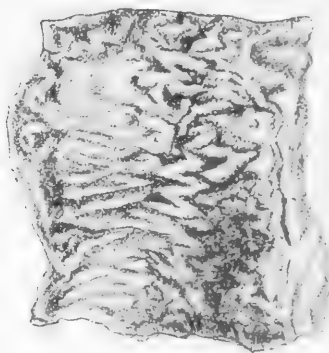


Fig. 2.

prächtiges Bild der Lage der Gekrösefalten dar, welche Falten so hart und elastisch waren, dass sie nicht nur spontan sich nicht dislocierten, sondern in ihre ursprüngliche Lage zurückkehrten, wenn sie mit Absicht aus derselben gebracht waren; kurz das Mesenterium hatte alle Charaktere eines Kautschukgegenstandes. Das Bild der Gekrösefalten entwarf ich aus freier Hand und erhielt somit ein zweites Dokument, welches von der Lage sämtlicher Darmschlingen zeugte. Zwei solcher Bilder finden sich in der Figur 5 und 8 dargestellt.

Darauf entfaltete ich den abgeschnittenen Darm und maass mit einem Faden zunächst die Gesamtlänge an dessen vorderer und hinterer (befestigter) Seite und darauf die Länge der gefärbten (d. h. oberflächlichen) und der nichtgefärbten (d. h. tiefen) Bezirke. Die Längenwerte.

sowie die Ziffern, welche an den Enden der oberflächlichen Schlingen vermerkt waren, trug ich in ein Diagramm ein (Fig. 4 und 7).

Durch Combination der so erhaltenen drei Bilder, d. h. des Gypsmodelles der Lage der oberflächlichen Schlingen, der Zeichnung der Gekrösefalten und der graphischen Darstellung der gefärbten (oberflächlichen) und ungefärbten (tiefliegenden) Darmteile, bot sich die Möglichkeit, im gegebenen Falle den gesamten Verlauf des Darmes vom oberen bis zum unteren Ende zu verfolgen.

Der in der geschilderten Weise präparierte und herausgeschnittene Darm gleicht in Beziehung auf seine Form durchaus nicht dem frischen Darm. Vor allen Dingen kann er nicht gerade gerichtet werden; sondern er bewahrt jene Biegungen, die er in situ bildete, und sucht man diese Biegungen gewaltsam auszugleichen, so entstehen auf der convexen Seite Faltungen. Die Dicke (= Umfang) ist an verschiedenen Stellen verschieden, was natürlich von dem verschiedenen Contractionszustand der Muscularis in verschiedenen Bezirken abhängt; der Darm besitzt daher die Form eines unregelmässigen, sinuösen Rohres. — Da der Darm eine Reihe von Biegungen aufweist, welche mit ihrer Convexität stets nach vorn, mit ihrer Concavität nach hinten gerichtet sind, so fällt die Länge des Darmes sehr verschieden aus, je nachdem das Maass an der freien oder aber an der befestigten Seite genommen wird. Der Unterschied schwankte in meinen Fällen zwischen 88 cm und 182 cm. Diese bedeutende Differenz zwischen den einzelnen Fällen stand in augenscheinlichem Zusammenhang einmal mit individuellen Schwankungen der Darmlänge, welche, wie unten gezeigt werden soll, sehr beträchtlich sind, sodann aber mit dem Grade des Meteorismus in den einzelnen Darmabschnitten: je mehr meteoristische Bezirke, desto grösser war die Differenz in der Länge der vorderen und hinteren Seite des Darmes.

Da die Messung der absoluten Darmlänge in der Regel an der Vorderseite des Darmes ausgeführt wird, so können behufs Vergleichung mit den Fällen anderer Autoren meine Fälle nur bei gleicher Messmethode verwertet werden. Die geringste Länge fand ich bei einem männlichen Individuum von 29 Jahren, sie betrug 408 cm; die grösste bei einem Knaben von 17 Jahren mit 590 cm. Wird die Länge des

Zwölffingerdarmes mit 30 cm berechnet, so erhalten wir für den ganzen Dünndarm die Zahlen: 438 resp. 610 cm. Die aus allen untersuchten

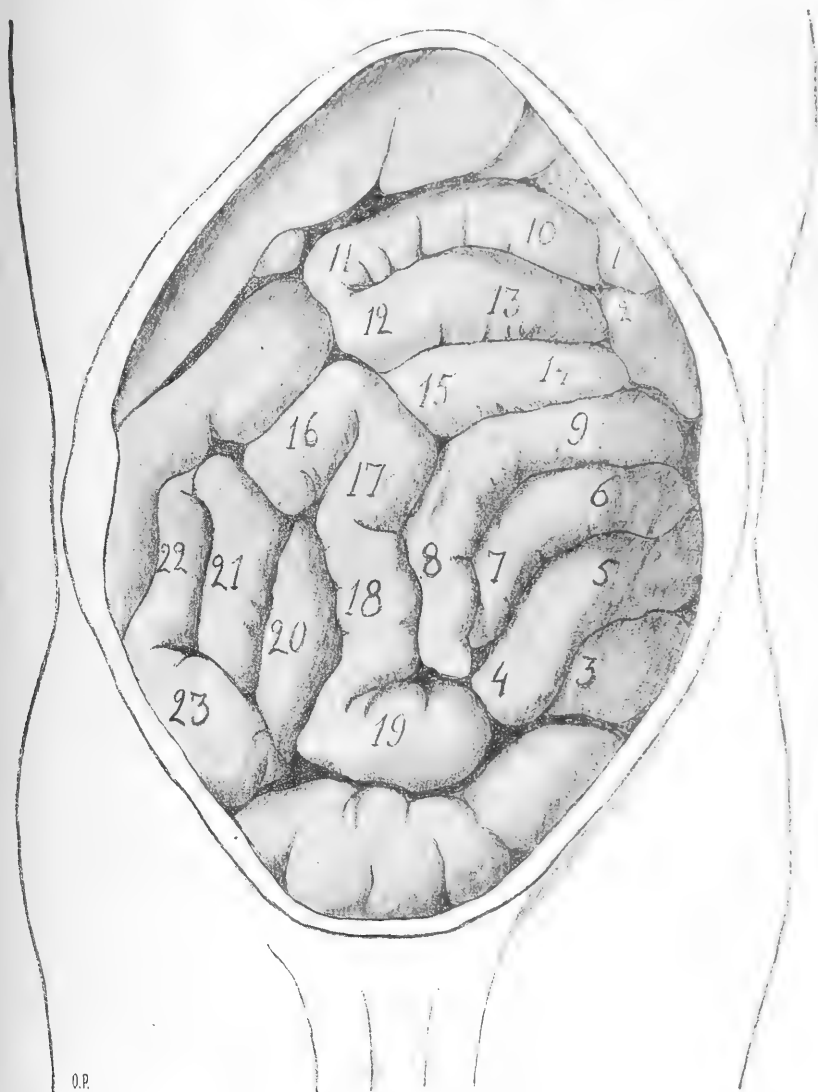


Fig. 3.

Fällen berechnete mittlere Länge beträgt 5372 mm. Diese Zahl ist kleiner als das von anderen Autoren gefundene Mittel; allein es kann diesem Umstande keinerlei besondere Bedeutung beigemessen werden.

erstens in Ansehung der geringen Zahl der von mir ausgeführten Messungen, und zweitens deshalb, weil das Minimum und Maximum meiner Fälle innerhalb der Grenzen der von anderen Autoren angegebenen individuellen Schwankungen sich bewegen<sup>1)</sup>.

Ich möchte daher die Entscheidung der Frage über die Länge des Dünndarmes ausgedehnteren Untersuchungen überlassen, muss aber für einmal die Notwendigkeit besonders betonen, solche Messungen ausschliesslich an vorgehärtetem Leichenmaterial auszuführen, indem widrigenfalls künstliche Dehnung des Darmes zu Fehlerquellen Anlass giebt. Von der Notwendigkeit dieser Vorsichtsmaassregel überzeugte ich mich ganz besonders gelegentlich einiger misslungener Chromsäure-injectionen; wobei gewisse Darmbezirke wahrscheinlich infolge von Gefässabknickungen oder Verstopfung des Lumens durch Blutgerinnsel nur unvollständig injiciert sich erwiesen. Bei der Herausnahme dieser Darmteile war es ganz handgreiflich, wie sehr sie sich auch bei vorsichtiger Behandlung in die Länge dehnten.

Die mit Chromsäure injicierten und gut erhärteten Exemplare des Dünndarmes boten ein ganz unerwartetes Aussehen der Tunica mucosa dar. Die sog. Valvulae conniventes Kerkringii finden sich, den üblichen Beschreibungen zufolge, nur in der oberen Dünndarmhälfte gut ausgeprägt, werden entsprechend der Mitte der Länge immer spärlicher, um gegen das untere Ende hin völlig zu verschwinden, indem die Schleimhaut an letzterem Orte ein durchaus glattes Ansehen gewinnt. So oder ungefähr so ist das Verhalten der in Rede stehenden Falten bei allen Autoren dargestellt, und es gelangt diese Anordnung an frischen Präparaten in der That zur Beobachtung. Allein an dem vorgehärteten Darne erweist sich die Schleimhaut in ganzer

1)	Länge des Dünndarmes in Millimetern		
	Minimum	Maximum	Mittel
Cruveilhier. . . . .	5649	7846	6866
Meckel . . . . .	4080	8473	5649
Richet . . . . .	4393	8473	—
Hoffmann . . . . .	—	—	7300
Luschka . . . . .	2510	10670	7846
Tarenetzky . . . . .	4720	10550	6413

Ausdehnung mit Kerkring'schen Falten bedeckt, sie lagern sich unten in gleicher Häufigkeit wie oben. Nur die regelmässige Form der Falten erleidet nach unten hin eine Veränderung; während sie im oberen Abschnitt des Jejunum vollständig gerade sind, wird ihre

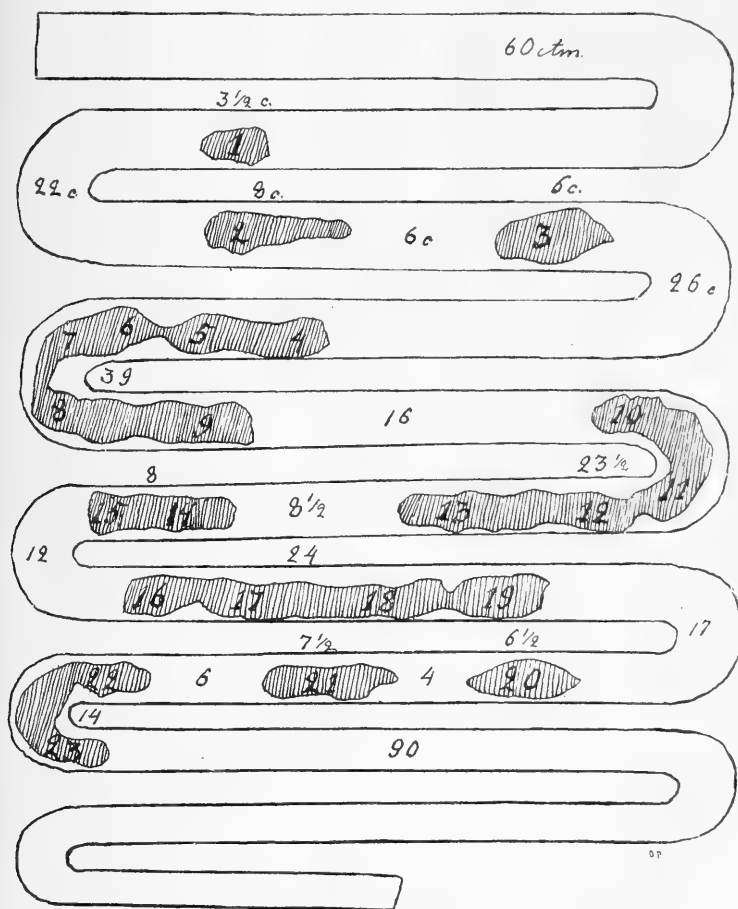


Fig. 4.

Gestalt unten gewissermaassen gekräuselt, unregelmässig (Fig. 2. S. 441). Auch an Höhe erleiden sie unten fast keine oder nur eine unmerkliche Einbusse. Aber hier wie dort steht die Existenz der Falten in directem Abhängigkeitsverhältnis von dem jeweiligen Zustand der Muscularis; an jeder Stelle des Darmes finden sich Gebiete, welche

der Kerkring'schen Falten vollständig entbehren, in der Regel finden sich solche Stellen an der Convexität der Darmbiegungen, welche in Vergleichung mit der gegenüberliegenden concaven Seite stärkerer Dehnung ausgesetzt ist. Es ist demnach nicht statthaft, die Valvulae conniventes als beständige unveränderliche Gebilde darzustellen; sie verhalten sich vielmehr durchaus analog den Falten der Magenschleimhaut, deren Zahl und Höhe ja in geradem Verhältniß zu dem Contractionszustande der Musculatur jenes Organes steht.

Ich wende mich nunmehr zu einer Darstellung der Befunde, welche die Constanz der Form, der Lage und der relativen Dimensionen der Dünndarmschlingen betreffen.

Das erste nach dieser Richtung untersuchte Individuum war männlichen Geschlechts, 29 Jahre alt und an chronischer Pneumonie gestorben. Nach Entfernung der Bauchwand fanden sich die Dünndarmschlingen (Fig. 3) in einer Lagerung, die der Henke'schen Darstellung sehr nahe kam: im linken oberen Teil des Bauchraumes bildete der Dünndarm in der That sieben transversale Züge, zu denen zwei kleinere Schlingen sich gesellten, welche keine bestimmt ausgesprochene Verlaufsrichtung aufwiesen und in der Gegend der linken unteren Rippen lagerten. Im rechten unteren Bezirk der Bauchhöhle waren vier verticale Dünndarmzüge zu übersehen. Ausserdem lag in der Regio suprapubica und in der Regio hypochondriaca dextra je eine deutlich dem Dickdarm angehörende Schlinge. Magen und Colon transversum waren unter den oberen Dünndarmschlingen nicht zu sehen. Die Leber trat etwas unterhalb der falschen Rippen hervor. Nach Anfertigung des Gypsabgusses, Färbung der oberflächlichen Schlingen und Marquierung der letzteren durch Ziffern wurde Jejunum und Ileum am mesenterialen Befestigungsrande abgeschnitten; das sich darbietende Bild ist in der Fig. 5 wiedergegeben. Sodann folgte die Messung der Gesamtlänge des Darmes an der Vorder- und Hinterseite, der Länge der gefärbten (oberflächlichen) und ungefärbten (tiefliegenden) Abschnitte, und endlich wurde die Verteilung dieser und jener auf die Länge des Darmes auf Grundlage der ausgeführten Messungen in einem Diagramm fixiert (Fig. 4).

Durch Combination dieser drei Bilder bot sich die Möglichkeit dar,



über Verlauf und Lagerung sämtlicher Darmschlingen in sämtlichen Teilen des Bauchraumes ins Reine zu kommen und zu bestimmen, welche Schlingen oberflächlich, welche tief lagen. Gehen wir von der

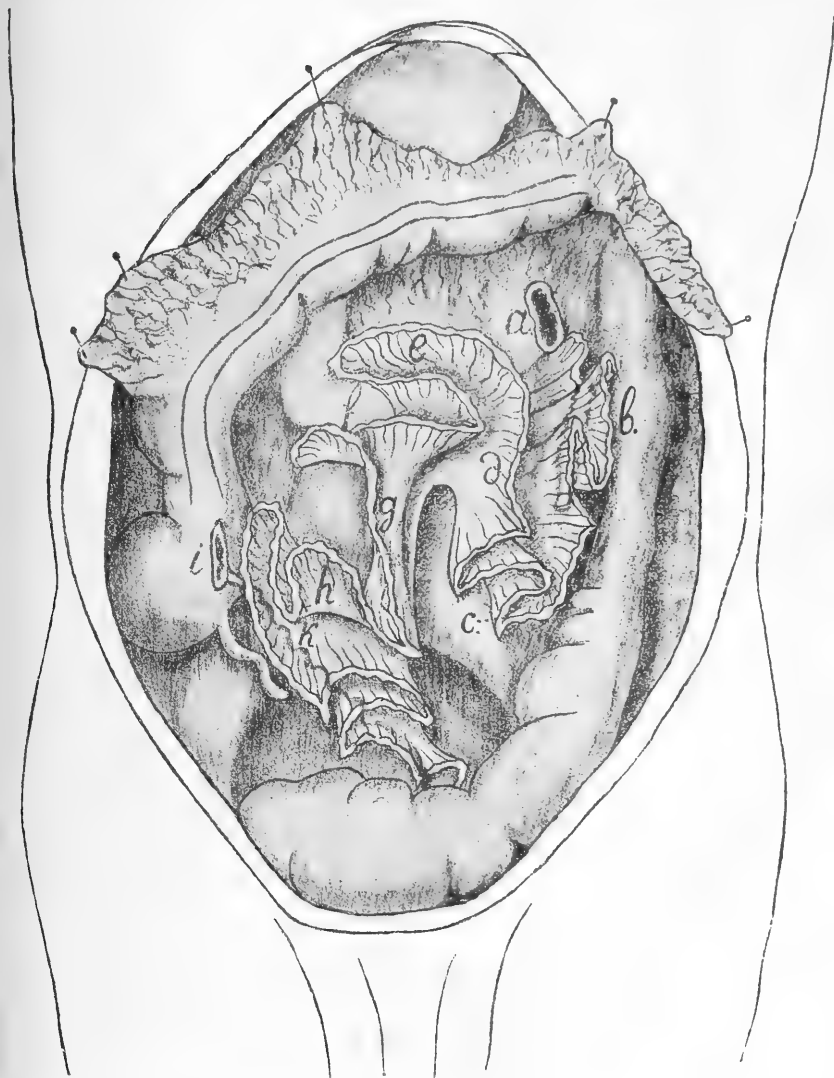


Fig. 5.

Flexura duodeno-jejunalis (Fig. 5, *a*), an welcher das Jejunum abgeschnitten worden, aus, so bildete der Dünndarm fünf verticale Züge (Gruppe *b* der Mesenterialfalten in Fig. 5), welche in dem Raume

zwischen Wirbelsäule und Colon descendens lagerten. Ihre Gesamtlänge maass 99 cm, wovon der grösste Teil auf tiefe (ungefärbte) Bezirke (nämlich  $60 + 22 + 6$  cm) entfiel, während nur zwei kleinere Segmente, eines von 3 cm (1 im Diagramm und in Fig. 3), das andere von 8 cm (2 im Diagramm und in Fig. 3) durch oberflächliche, den unteren Rippen innig anliegende Schlingen vertreten waren. Sodann folgte ein transversaler Zug (untere Mesenterialfalte der Gruppe *c*, Fig. 5). Ein kleiner Anteil dieses letzteren war eine oberflächliche Schlinge (3 im Diagramm und in Fig. 3) von 6 cm Länge, der grösste 26 cm lange Abschnitt dagegen lag tief in der linken Fossa iliaca. Ein weiteres Segment von 39 cm Länge bildete drei oberflächliche Schlingen, welche in der Figur 3 und in dem Diagramme mit den Zeichen 4, 5, 6, 7, 8, 9 marquierte sind; sie verlaufen aus der linken Fossa iliaca aufwärts. Etwas oberhalb Nabelhöhe begann eine verticale, tiefliegende, 16 cm lange Schlinge; dieselbe entspricht der verticalen Mesenterialfalte *d* in Fig. 5. Das obere Ende dieser Schlinge gelangt am Orte der Ziffer 10 in Fig. 3 im linken Hypochondrium an die Oberfläche. Von hier bildete der Darm von neuem drei oberflächliche Züge, aber bereits in absteigender Richtung; sie sind in Fig. 3 und im Diagramme mit den Ziffern 10, 11, 12, 13, 14, 15 bezeichnet. Zwischen den Ziffern 13 und 14 fand sich, wie aus dem Diagramme hervorgeht, eine kleine tiefliegende Schlinge von 8 cm Länge. Diese Schlingen entsprachen der Gruppe *c* der Mesenterialfalten in Fig. 5. Hier hörte die links von der Wirbelsäule und dem Musculus psoas sinister gelegene Schlingengruppe auf. Wir sehen, dass diese Gruppe ausser den von Henke angegebenen Horizontalschlingen noch eine Reihe verticaler, im wesentlichen tief gelegener Züge enthält. Vergleicht man die Gesamtlänge aller oberflächlichen mit der aller tiefliegenden Schlingen (durch Addition der entsprechenden Ziffern des Diagrammes), so ist ersichtlich, dass die Länge der tiefen (115 cm) die der oberflächlichen (108 cm) überwiegt.

An der in Figur 3 mit Ziffer 15 marquierte Stelle begaben sich die Darmschlingen bereits in die zweite Gruppe Henke's, die rechtsseitige, die durch ihre verticale Verlaufsrichtung charakterisiert ist. Verfolgen wir in Fig. 5 die Lage der Mesenterialfalten, so finden wir,

dass der Darm von dem erwähnten Punkte 15 (in Fig. 3) einen queren, der Falte *f* des Gekrüses (Fig. 5) entsprechenden Zug beschrieb, welcher Zug die Wirbelsäule in der Richtung zur rechten Nierengegend hin überschritt und dabei in der Tiefe lag. Seine Länge maass 12 cm

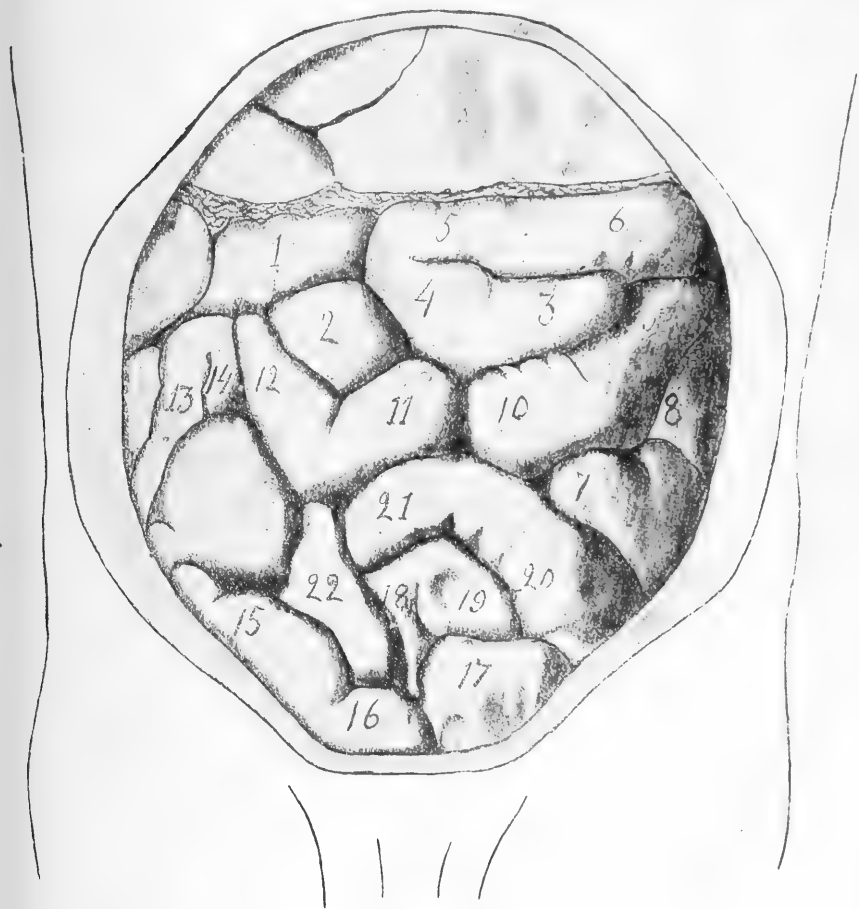


Fig. 6.

(s. Diagramm). Das ist jene Schlinge, welche, wie Henke bemerkt, allein die rechte und linke Schlingengruppe verkettet. Sie findet sich jedoch nicht dort, wo Henke sie beschrieb, d. h. nicht entsprechend dem unteren Teil des linken Psoas, sondern oberhalb des Nabels auf der Wirbelsäule.

Die Stelle, an welcher diese Verbindungswindung an die Oberfläche tauchte, entspricht der Ziffer 16 in Fig. 3. Von hier beschrieb der Darm eine nach oben *convexe* Windung, begab sich sodann oberflächlich abwärts, lief rechts am Nabel vorbei (Fig. 3, Punkt 17) und erreichte die Regio suprapubica (18, 19, Fig. 3). Dieser Zug entspricht der verticalen Mesenterialfalte *g* in Fig. 5. Der Darm wendet sich darauf nach links und biegt sich aufs neue in die Tiefe, um nach 17 cm langer (s. Diagramm) aufwärts gerichteter Bahn am Oberende der Schlinge 20 (Fig. 3) wiederum oberflächlich zu werden. Sodann verläuft der Darm in drei oberflächlichen, vertical gestellten Zügen, deren Richtung durch die Reihenfolge der Zahlen 20, 21, 22, 23 (Fig. 3), sowie durch die Mesenterialfalten der Gruppe *h* (Fig. 5) versinnbildlicht wird. Mit dem Unterende des Zuges 23 hört der im Bauchraum gelegene Darmteil auf; es fängt hier jener Abschnitt an, welcher die Höhle des kleinen Beckens ausfüllen hilft. Die Gesamtlänge der Gruppe der verticalen Schlingen beträgt 91 cm, der grösste Teil dieser Länge (52 cm) kommt auf oberflächliche, der kleinere (39 cm) auf tiefliegende Schlingen.

An der mit 23 bezeichneten Stelle (Fig. 3) beginnt der Darm in das kleine Becken sich hinabzusenken und bildet dort, wie die Skizze der Mesenterialfalten ergibt, drei horizontale und einen schrägen, zu allerhinterst gelegenen Zug (s. die dunkle, geschlängelte, mit *k* bezeichnete Linie in Fig. 5). Der letzterwähnte Zug biegt sich aus der kleinen Beckenhöhle über die Linea innominata hinweg in die rechte Fossa iliaca zurück, um in das Caecum sich einzusenken (*i*, Fig. 5). Alle diese Schlingen sind oberflächlich nicht sichtbar und machen zusammen 90 cm aus (s. Diagramm).

Die Beobachtung Henke's erfuhr demnach durch diesen ersten, nach meiner Methode untersuchten Fall eine teilweise Bestätigung, indem die oberflächlichen Schlingen genau in der von ihm hingewiesenen Lage sich fanden. Dagegen bestätigte sich die Art der Verbindung beider von ihm unterschiedener Darmschlingengruppen nicht: die verbindende Schlinge lag nicht im unteren Abschnitt des Bauchraumes, sondern oben. Es fand sich weiterhin, dass die von Henke gekennzeichneten Schlingen nur ein Drittel der Darmlänge (141 cm, d. h. 34% der

gesamten Darmlänge im vorliegenden Falle) ausmachen. Die übrigen zwei Drittel der Darmlänge lagen in der Tiefe und in der linken Nierengegend als verticale, im kleinen Becken als horizontale Schlingen.

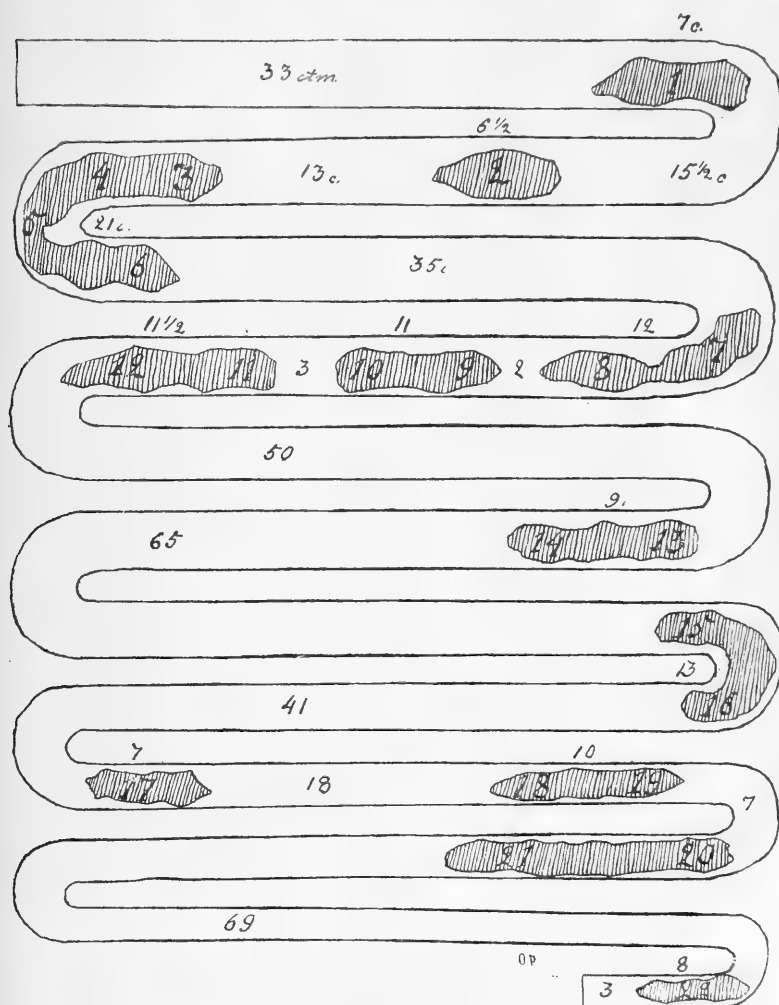


Fig. 7.

Allein auch der Teil der Henke'schen Beobachtung, welcher in meinem Falle Bestätigung fand, erwies sich im Verlauf der weiteren Untersuchung als eine sehr unbeständige Erscheinung. Bereits in den zwei folgenden Fällen der Untersuchungsreihe war keine Spur des

Henke'schen Bildes nachweisbar. Es waren dies ein männliches Individuum von 55 und ein weibliches von 28 Jahren. An jedem von ihnen fand sich ein eigenartiges Bild der Lage der Dünndarmschlingen und der Mesenterialfalten. Zur Vergleichung mit dem oben geschilderten ersten Fall führe ich die bildliche und graphische Darstellung des zweiten, jenes männliche Individuum von 55 Jahren betreffenden Falles an. Das oberste Ende des Jejunum (gerechnet von der Flexura duodeno-jejunalis) bildete, wie aus der Zeichnung der Mesenterialfalten hervorgeht (Fig. 8), zwei lange quere Schlingen (1, 2, 3, 4, 5, 6 in Fig. 6) im oberen Teil des Bauchraumes unter dem Mesocolon transversum; von diesen reichte die erste, längere (1, 2) bis zur rechten Regio hypochondriaca. Unmittelbar darauf bildete das Jejunum links von der Wirbelsäule einige verticale und zum Teil transversale Züge; während im erstgeschilderten Falle das Jejunum anfänglich longitudinale (tief-liegende) Schlingen bildete, sodann im unteren linken Teil des Bauchraumes in quere Züge übergang und dann erst aufwärts sich begab, um zu einer queren Schlinge unter dem Mesocolon transversum sich zu formieren. Mit anderen Worten, in dem zweiten Fall war die Anordnung der Schlingen nahezu diametral entgegengesetzt der im ersten Falle, und die Lagerung der oberflächlichen Schlingen in der linken Hälfte der Bauchhöhle erinnerte sowohl bezüglich der Anzahl als auch in der Form sehr wenig an jenen. Jener Darmteil, welcher von links nach rechts über die Wirbelsäule verlief und die linke Schlingengruppe mit der rechten verknüpfte, lagerte im ersten Falle oberhalb des Nabels teils oberflächlich, teils tief; im zweiten Falle hatte er in ganzer Ausdehnung oberflächlichen Verlauf (9, 10, 11, 12, Fig. 6) und lag dabei unmittelbar unterhalb des Nabels. Auch die rechtsseitige Schlingengruppe war im zweiten Falle von einer ganz anderen Anordnung als im ersten. Hier lagen jene verticalen Darmschlingen, welche die rechte Fossa iliaca einnahmen, an der Oberfläche; die queren Beckenschlingen dagegen insgesamt tief. Dort (zweiter Fall) sind von den sieben Verticalzügen der rechtsseitigen Fossa iliaca nur zwei teilweise sichtbar (13, 14, Fig. 6); ausserdem liegen in der Regio suprapubica einige schräg gerichtete Schlingen (15, 16, 17, 18, 19, 20, Fig. 6) an der Oberfläche,

welche als Beckenschlingen sich erweisen, die im ersten Falle oberflächlich überhaupt nicht zu sehen waren. Bemerkenswert ist die Thatsache, dass die Zahl der Beckenschlingen im zweiten Fall bedeutend grösser war als im ersten (cf. die Abbildungen der Mesenterien), eine Erscheinung, welche unzweifelhaft mit dem contrahierten Zustand der Flexura sigmoidea in Zusammenhang stand.

Was den dritten Fall anlangt, so sehe ich von einer detaillierten Schilderung desselben ab und beschränke mich darauf, die Thatsache festzustellen, dass die Zahl der Besonderheiten, welche diesen Fall vom ersten und vom zweiten unterschieden, keine geringe war. Das Relief der oberflächlichen Schlingen stimmte noch viel weniger mit der Darstellung Henke's überein; es wurde von schrägen und bogenförmigen Zügen beherrscht.

Es ergibt sich somit in Beziehung auf die von Henke beobachtete Regelmässigkeit in der Lagerung der Darmschlingen, dass eine solche Regelmässigkeit in zwei Fällen von drei nicht vorhanden war, und ebensowenig fand sie Bestätigung durch die Untersuchung zahlreicher frischer Cadaver, ungeachtet des Umstandes, dass das Abdomen in den von mir gewählten Fällen keinesfalls aufgetrieben, sondern eher abgeflacht erschien. Ich lasse letztere Thatsache nicht unerwähnt mit Rücksicht darauf, dass Henke für das Vorhandensein des von ihm beschriebenen Lagerungsmodus der Darmschlingen die notwendige Bedingung hinstellt, dass das Abdomen möglichst wenig aufgetrieben sei.

Die Variabilität der einzelnen Fälle ist durch die Verschiedenheiten bezüglich Lagerung und Form der Darmschlingen indessen nicht erschöpft. Vielmehr erwies sich, dass auch die Anzahl der Schlingen, oder mit anderen Worten die Länge der in verschiedenen Teilen der Bauchhöhle gelegenen Darmsegmente, in den verschiedenen Fällen wesentlichen Variationen unterliegt.

In den drei von Henke unterschiedenen Kammern des Bauchraumes fand ich durch Messung des freien (vom Darne abgeschnittenen) Randes der Mesenterialfalten folgende Darmstrecken:

	Im linken oberen Teil des Bauchraumes	Im rechten Teil des Bauchraumes	Im kleinen Becken
Erster Fall .	58 % der Darmlänge	19 % der Darmlänge	23 % der Darmlänge
Zweiter Fall .	30 % " "	24 % " "	46 % " "
Dritter Fall .	35 % " "	9 % " "	56 % " "

Aus dieser kleinen Tabelle ist ersichtlich, dass der Darm sehr wesentliche Umlagerungen aus einem Teile des Bauchraumes in andere Teile erleiden kann. Besonders lehrreich gestaltet sich nach dieser Richtung der dritte Fall: hier ist die Länge des rechts von der Wirbelsäule lagernden Darmabschnittes eine auffallend geringe, sie misst insgesamt 9 % der Darmlänge, im Gegensatz zu der sehr beträchtlichen Länge des im kleinen Becken befindlichen Darmsegmentes (56 %). Die Ursache dieser Erscheinung war unschwer zu eruieren: während nämlich die rechte Hälfte des Bauchraumes durch den stark meteoristischen Blinddarm eingeengt erschien, war das kleine Becken des weiblichen Individuum, um welches es sich in diesem Falle handelt, sehr geräumig und mit sehr ausgeprägten Geschlechtscharakteren begabt. Aber auch in den ersten zwei Fällen lässt sich die Häufung der Darmschlingen in einer der drei Bauchkammern mit Leichtigkeit auf den Zustand des Dickdarmes zurückführen. Im ersten Falle (Fig. 5) war der Dickdarm am wenigsten meteoristisch aufgetrieben an der Uebergangsstelle des Colon transversum in das Colon descendens, der linke obere Teil der Bauchhöhle war demnach am geräumigsten und er barg 58 % der gesamten Darmlänge. Im zweiten Falle (Fig. 8) concentrierte sich das längste Segment des Darmes im kleinen Becken, offenbar infolge der vollständigen Leere und starken Contraction der Flexura sigmoidea coli.

Aus diesen Thatsachen ist der Schluss zu ziehen, dass die Lage des Dünndarmes nicht allein individuellen Schwankungen unterliegt, sondern dass der Dünndarm auch bei einem und demselben Individuum in Anpassung an die jeweiligen Umstände zu verschiedenen Zeiten ein verschiedenes Lageverhältnis aufweist.

Die ältere Lehre, welche dem Verlauf der Dünndärme jegliche Regelmässigkeit absprach, bewahrheitet sich demnach bis zu einem



gewissen Grade noch heute. Allein vollständig zutreffend ist sie demungeachtet doch nicht, weil in der Lagerung der Darmschlingen immerhin ein bestimmter Grad von Regelmässigkeit, ja, man kann sagen:

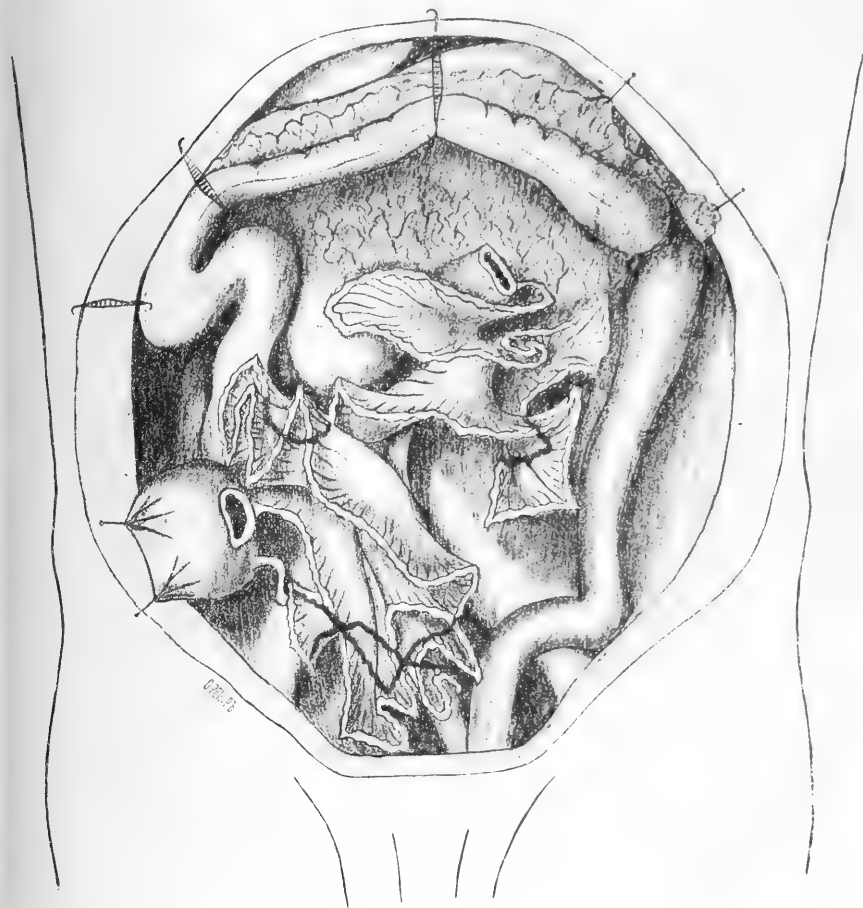


Fig. 8.

von Gesetzmässigkeit sich ausspricht, welche, wie sofort des Näheren zu erörtern, der Erklärung keinerlei Schwierigkeiten entgegensetzt.

Jene Darmschlingen, welche im oberen Bauchraum unterhalb des Querdarmes und des Mesocolon transversum lagerten, verfolgten in allen von mir untersuchten Fällen ohne Ausnahme eine horizontale und dabei transversale Richtung. Ebenso horizontal gerichtet fanden

sich die Darmschlingen des kleinen Beckens, allein hier verliefen einige sagittal. Constant vertical angeordnet waren die Darmzüge, welche links oder rechts von der Wirbelsäule Platz hatten. In dem Teil der Schlingen endlich, welche unmittelbar vorn lagen, war keine bestimmte Verlaufsrichtung zu erkennen, sie waren quer, vertical und schräg gerichtet.

Diese fünf Gruppen von Schlingen sind in jedem Falle zu erkennen. Inconstant jedoch ist die Zahl der Schlingen, d. h. die Länge des Darmbezirkes, dessen Gesamtheit eine solche Gruppe darstellt ja, es variieren sogar die Darmteile, welche zu einer und derselben Schlingengruppe zusammentreten, freilich innerhalb ganz bestimmter Grenzen. So wird die obere Gruppe (Horizontalschlingen) und die linke (Verticalschlingen), sowie ein Teil der mittleren Gruppe (unregelmässig verlaufende Schlingen) vom Jejunum gebildet. Der andere Teil der mittleren Gruppe, ferner die rechte und die (untere) Beckengruppe gehören zum Bereiche des Intestinum ileum (oder richtiger zum Bereiche der unteren Dünndarmhälfte, da die Einteilung in ein Intestinum jejunum und ileum der angeführten Gruppierung der Darmschlingen nicht entspricht).

Endlich ist als letzte constante Erscheinung die Lagerung des in das Caecum sich einsenkenden Endabschnittes des Dünndarmes zu verzeichnen. Dieser letztere verlässt das kleine Becken stets in der gleichen Weise, und zwar verläuft er schräg nach oben und rechts über die Linea innominata sich herüberwindend, zur Fossa iliaca dextra.

Die Beständigkeit der eben namhaft gemachten Erscheinungen d. h. 1. die bestimmte Verlaufsrichtung der Darmschlingen in den Randbezirken des Bauchraumes und die unbestimmte in der mittleren Bauchregion, 2. die Gruppierung der Schlingen des oberen Dünndarmteiles in der linken und in der oberen, der Schlingen des unteren Dünndarmteiles in der rechten Abteilung des Bauchraumes und im Becken endlich 3. die Constanz der Lage des caecalen Endabschnittes des Dünndarmes — erklärt sich, wie wir gleich sehen werden, ohne Schwierigkeit aus der Form und der Anheftungsweise des Mesenterium.

In meinem „Lehrbuch der descriptiven Anatomie des Menschen

nahm ich Gelegenheit (pag. 457 und 458) darauf hinzuweisen, dass es unzulässig sei, die Gestalt des Gekröses der eines Trapezes zu vergleichen. Die Form des Mesenterium findet sich an dem angeführten Orte wie folgt geschildert: „Das Mesenterium besitzt die Form eines Faltenbesatzes . . ., unterscheidet sich jedoch von der Beschaffenheit eines Faltenbesatzes dadurch, dass dieser letztere in seiner ganzen Breite, von einem Rande bis zum entgegengesetzten, gefaltet ist, indess das Mesenterium nur in der seinem Vorderrande zugewendeten, am Darms angehefteten Hälfte in Falten gelegt ist. Die hintere Hälfte dagegen und der hintere, an der Wirbelsäule sich inserierende Rand ist faltenfrei. Die Form des in situ befindlichen Gekröses ist am treffendsten der Form jener unter dem Namen Hahnenkamm (*Celosia cristata*) allbekannten Blume zu vergleichen, welche, auf dem Höhepunkt ihrer Blüte angelangt, eine fleischige Platte vorstellt, die an der Anheftungsstelle am Stiele eben ist, während der entgegengesetzte freie Rand, infolge unverhältnismässig starken Wachstumes, nach Art eines Faltenbesatzes oder einer Halskrause sich in tiefe Falten legt. Genau dieselbe Form hat das Mesenterium, und dies aus derselben Ursache, wie bei jener Blume: d. h. unverhältnismässig starkes Längenwachstum des vorderen Randes im Zusammenhang mit dem Auswachsen des Darmes in die Länge und gleichzeitiges relatives Zurückbleiben der Wachstumsvorgänge innerhalb des Insertionsrandes. Ganz anders gestaltet sich das Mesenterium, wenn wir es herausschneiden und zu entfalten versuchen; es nimmt in diesem Falle die Form einer langgezogenen schraubenförmigen Ebene mit einer ganzen Reihe von Spiralfaltungen an.“

An getrockneten Präparaten des so entfalteten Mesenterium konnte ich feststellen, dass bis zwölf Umdrehungen gezählt werden können.

Zu dem Gesagten ist behufs vollständiger Erklärung der oben erwähnten Constanzen in den Lageverhältnissen des Darmes hier noch die Bemerkung anzuknüpfen, dass die Breite des Mesenterium nicht ganz so sich verhält, wie die üblichen Beschreibungen lauten. Gewöhnlich ist man der Ansicht, das Mesenterium erreiche seine grösste Breite an der Grenze des mittleren und unteren Drittels der Darmlänge und verschmälere sich alsdann von diesem Punkte nach beiden

Enden hin. Unrichtig ist in dieser Beschreibung die Angabe der Stelle der grössten Mesenterialbreite. In der That findet sich dieser Punkt viel weiter unten, zwar nicht immer an genau demselben Orte aber auf jeden Fall nicht weiter als 15—20 cm vom unteren Ende des Dünndarmes entfernt. Von hier büsst das Mesenterium rapid an Breite ein und verschwindet am caecalen Dünndarmende vollständig.

Die oben geschilderte Verteilung der Darmschlingen in fünf Gruppen — vier von bestimmter, eine (die mittlere oder vordere) im Gegenteil von variabler Verlaufsanordnung — erklärt sich am besten und mit grösster Anschaulichkeit an einem Modell des Gekröses, welches am allerpassendsten aus Leinwand herzurichten ist. Ich verfertige ein solches Modell folgendermaassen: aus Leinwand werden einige gleich grosse Kreisflächen ausgeschnitten und deren Mitte durchlocht. Sodann werden alle Kreise an einer Stelle längs einem Radius bis zur mittleren Oeffnung durchschnitten, und darauf sämtliche Schnitt-ränder durch eine Naht so vereinigt, dass eine Schraubenebene entsteht. Man erhält so ein Modell des entfalteten Gekröses, welches jene getrockneten Präparate nachahmt, von denen oben die Rede war. Die schraubenförmige Leinwandebene wird alsdann in der Weise ausgebreitet, dass der kurze (innere) Rand derselben eine gerade Linie bildet; dadurch formiert sich das Modell zu einem Faltenbesatz, welcher das Mesenterium in situ vorstellt. Der kürzere Rand der Krause ist in schräger Richtung (zur Nachbildung der schiefen Insertion der Radix mesenterii) mit Stiften an einem Brett zu befestigen, und an dem so montierten Modell versucht man den verschiedenen Faltengruppen eine verschiedene Richtung — nach oben, unten, nach rechts, nach links — zu geben. Durch dieses Experiment kann man sich davon überzeugen, dass der freie Rand des Gekrösemodelles, an welchem wir uns den Darm angeheftet denken, unweigerlich einer ganz bestimmten Richtung folgen muss, und zwar ist diese eine horizontale, wenn die Falten nach oben oder nach unten gerichtet werden, eine senkrechte dagegen, im Falle wir die Falten nach rechts oder nach links abzulenken versuchen. So erklärt sich denn die Constanz der Verlaufsrichtung der Därme in der oberen, unteren, rechten und linken Schlingengruppe. In Beziehung auf die fünfte, die vordere

(mittlere) Gruppe ergibt ein Versuch mit demselben Gekrösemodell, dass dessen Falten, wenn sie direct nach vorn gezogen werden, in jeder beliebigen — horizontalen oder verticalen, schrägen wie bogenförmigen — Richtung sich lagern können. Das giebt uns einen Schlüssel dafür, warum die Dünndarmschlingen, welche direct nach vorn gewendet sind und der vorderen Bauchwand unmittelbar anliegen.

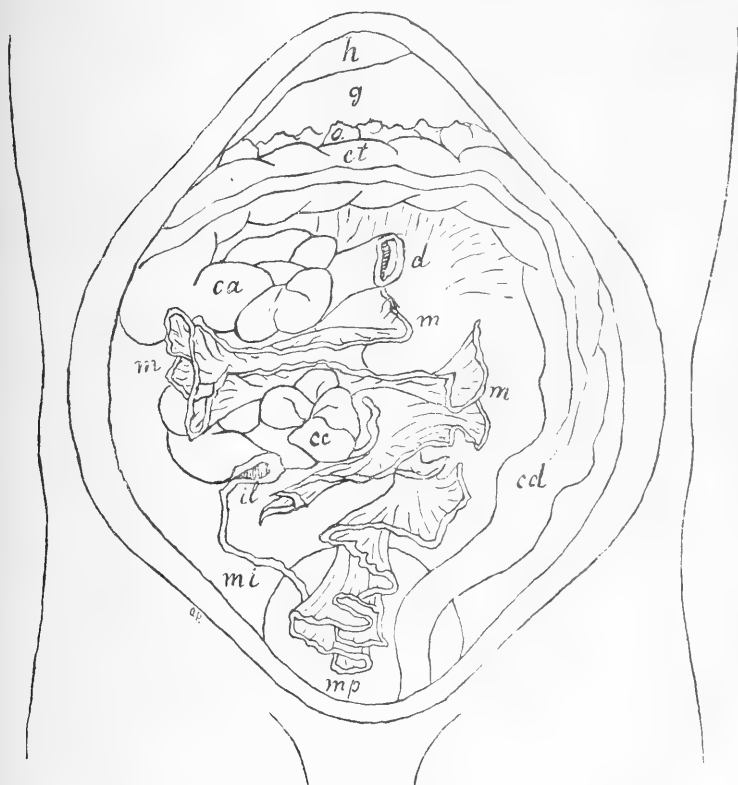


Fig. 9.

in der Mehrzahl der Fälle eine unregelmässige Anordnung ihrer Lage aufweisen.

Was nun die zweite der oben erwähnten constanten Erscheinungen betrifft, welche in der regelmässigen Lagerung des oberen Dünndarmtheiles im linken oberen Bauchraum, des unteren in der rechten Hälfte des Abdomens und im Becken ihren Ausdruck findet, so wird das Auftreten derselben bedingt einerseits durch die schiefe von links und

oben nach rechts unten gerichtete Insertion der Radix mesenterii, und zweitens durch die geringere Breite des Mesenterium im Bereiche der oberen Darmhälfte. Infolge des Zusammenwirkens dieser beiden Ursachen vermögen die oberen Dünndarmabschnitte die rechte Fossa iliaca und das Becken nicht zu erreichen. In quantitativer Hinsicht besteht hier übrigens keine erhebliche Regelmässigkeit; denn, wie aus obiger Tabelle ersichtlich, fanden sich im linken oberen Abschnitt des Bauchraumes in einem Falle 58%, im zweiten 30%, im dritten 35% der Darmlänge.

Die dritte constante Erscheinung endlich, das Aufsteigen des letzten Dünndarmabschnittes aus dem kleinen Becken in die Fossa iliaca dextra, ist abhängig von der plötzlichen Verschmälerung des diesem Abschnitt zugehörigen Gekröses. Das untere Ende des in Rede stehenden Darmbezirktes hat ein sehr breites Mesenterium und hängt daher in das kleine Becken herab; aufwärts aber vermag dieser Bezirk infolge der unvermittelten Verkürzung seines Mesenterium keine ausgiebigeren Biegungen zu vollziehen und muss daher nahezu geradlinig dem Caecum zustreben.

Noch eines Ereignisses will ich hier gedenken, welches durch die Häufigkeit seines Vorkommens (in vier Fällen der vorliegenden Untersuchungsreihe) die Aufmerksamkeit fesselte. Dieses betrifft die Gleichmässigkeit der Gesamtlänge der oberflächlich liegenden Schlingen. Im ersten Falle (Mann von 29 Jahren) betrug die Summe der Länge aller oberflächlichen Schlingen 34% der Darmlänge, im zweiten (Mann von 55 Jahren) 27%; im dritten (Frau von 28 Jahren) 29%; im vierten (Knabe von 17 Jahren) 28%; in allen vier Fällen somit ein Drittel der Länge des ganzen Dünndarmes. Indessen ist die Verteilung der oberflächlichen Schlingen auf die Länge des Dünndarmes eine sehr veränderliche, wie aus den beiden beifolgenden graphischen Darstellungen hervorgeht (Fig. 4 u. 7).

Ich muss hier noch anmerken, dass alle oben geschilderten Regelmässigkeiten der Lage des Dünndarmes in vollster Uebereinstimmung stehen mit der vitalen Beweglichkeit des Darmes und dessen sichtlicher Fähigkeit, der Form und Geräumigkeit des Bauchraumes sich zu accommodieren; diese letzteren sind ja sehr veränderlich, indem zu

den von Henke angeführten, die Geräumigkeit des Bauchraumes modificierenden Momenten (Lordose der Wirbelsäule und Vorspringen der *Mm. psoas*), ausserdem als weitere Ursache der jeweilige Füllungszustand der einzelnen Abschnitte des Dickdarmes sich hinzugesellt.

Analysiert man mit möglichster Genauigkeit die Erscheinungen, wie sie sich in jenen Fällen darstellen, für welche das von Henke geschilderte Bild der Lage der Dünndarmschlingen sich nicht zutreffend erweist, so haben wir nichts desto weniger mit der Thatsache zu rechnen, dass die Lage der oberflächlichen Schlingen mit den Angaben Henke's, wenn auch selten, aber doch übereinstimmend befunden wird (mein erster Fall, Fig. 3).

Ueber die Ursachen des häufigeren Vorkommens der Henke'schen Beobachtung ist schwer etwas sicheres auszusagen. Jungendliches Alter und geringe Geräumigkeit der Bauchhöhle, welche nach Henke's Ansicht eine derartige Lagerung der Darmschlingen bedingen, dürften schwerlich von Belang sein. Wenigstens war das von mir beobachtete Individuum (Fall 1) bereits 29 Jahre alt, und an zwei jüngeren meiner Untersuchungsserie fand sich die Henke'sche Beobachtung nicht bestätigt. Indessen ist mir eine Thatsache begegnet, welche auf die gesuchte Ursache hinzudeuten scheint. Ich fand Gelegenheit, eine der Henke'schen Darstellung genau entsprechende Lagerung der Dünndärme bei einem älteren Individuum zu beobachten, welches an fibrinös-purulenten Exsudativ-Peritonitis gelitten hatte. Der Dünndarm war in ganzer Ausdehnung verkürzt und sehr schwächig; seine Länge, gemessen von der Flexura duodeno-jejunalis bis zur Einmündung in den Blinddarm, betrug alles in allem 322 cm, was auf Contraction in der Längsrichtung hindeutete<sup>1)</sup>. Das Mesenterium war verdickt und verschmälert. Stellt man diesen Fall jenem gegenüber, welcher in Figur 3 abgebildet ist, und überlegt man, dass auch dieser Fall die geringste Darmlänge (408 cm) aufwies, so glaube ich mit einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit annehmen zu dürfen, dass die Henke'sche Darstellung der Lage der Darmschlingen sich bei Individuen mit (individuell) kurzem Darm und schmalem Mesenterium vorfindet.

<sup>1)</sup> Die betreffende Leiche war ebenfalls mit Chromsäure injiziert worden.

Alle oben vorgeführten Beobachtungen weisen darauf hin, dass der Darmchirurgie aus dem Studium der Topographie der Darmschlingen keinerlei praktisch verwertbare Ergebnisse erwachsen können. Wenn eine gewisse Regelmässigkeit im Verlaufe der Darmschlingen auch nicht zu verkennen ist, so bezieht sich dieses auf Darmbezirke, welche in der peripheren Abteilung des Bauchraumes und grösstenteils tief gelegen sind. Jene Schlingen hingegen, welche der vorderen Bauchwand anliegen, bilden gerade diejenige Gruppe, welche dank der Form des betreffenden Mesenteriumabschnittes der erwähnten Gesetzmässigkeit nicht unterliegen.

Für die Darmchirurgie ergeben sich aber noch weitere Schwierigkeiten aus dem Umstande, dass die Därme ausserordentlich häufig Anomalieen der Lage darbieten. Ich bin in der Lage, die Casuistik der bereits publicierten Formen der Darmanomalieen durch zwei weitere, ausserordentlich eigenartige Fälle zu bereichern.

An der mit Chromsäurelösung injicierten Leiche eines 17jährigen Knaben fand sich nach Eröffnung der Bauchhöhle folgende eigenartige Lagerung der Därme. In der Nabelgegend und etwas nach rechts davon war ein aufgetriebener Darmteil sichtbar, welcher nach seiner Form als ein Teil des Colon angesprochen werden musste. In der Regio hypogastrica bildet das Colon transversum einen nach oben convexen Bogen; dicht unterhalb der höchsten Convexität dieses Bogens lagert ein weiteres Segment des Dickdarmes. Der gesamte übrige Bauchraum wird von transversalen Dünndarmzügen occupiert, nur rechterseits sind drei verticale Schlingen wahrzunehmen. Vom Dickdarm ist, abgesehen von den schon erwähnten Teilen, nirgends etwas zu bemerken.

Nach Entfernung der Dünndärme stellte sich nun heraus (Fig. 9), dass das *Caecum* nahe der Medianlinie des Körpers mit der rechten Seite des vierten Lumbalwirbels fest verwachsen; die das Ileum aufnehmende Oeffnung ist abwärts gerichtet; der Proc. vermiformis liegt der Mitte der Wirbelsäule auf. Von der erwähnten Stelle aus beschreibt der Dickdarm anfänglich eine nach rechts convexe Biegung und betritt in der Höhe des zweiten Lendenwirbels abermals die Wirbelsäule; sodann wendet er sich aufs neue nach rechts und voll-



führt am Ende der rechten zehnten Rippe eine zweite Biegung, um in das Colon transversum überzugehen und darauf in der normalen Weise bis zu der Stelle zu verlaufen, an welcher in der Regel die Flexura sigmoidea lagert. Diese letztere aber fehlt, und der Darm biegt um die Linea innominata, indem er mangels eines Mesenterium der Beckenwand direct aufliegt. Die Lagerung der Dünndärme ist

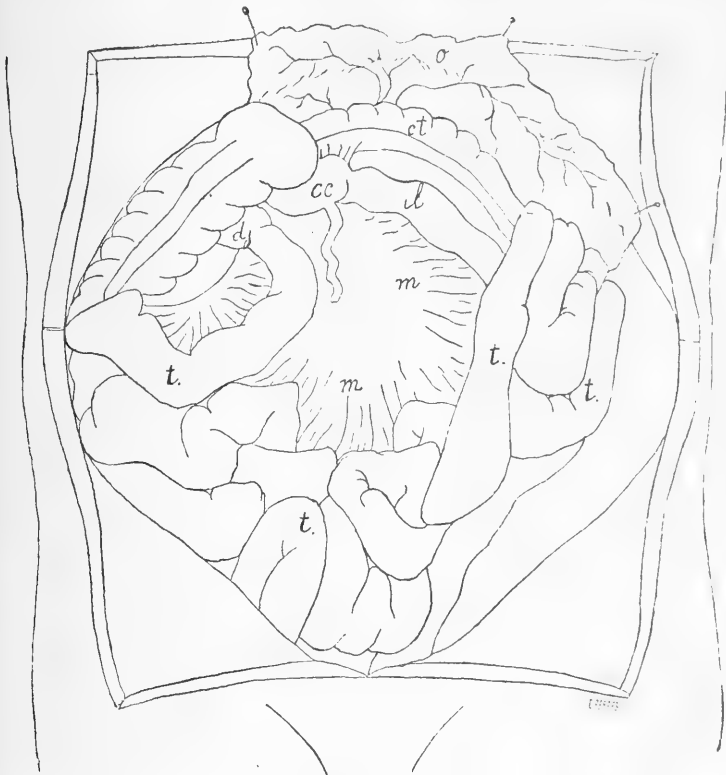


Fig. 10.

aus der Skizze der Mesenterialfalten (Fig. 9) ersichtlich: von der Flexura duodeno-jejunalis begab sich der Darm mit einem tiefliegenden Zuge über die Wirbelsäule nach rechts, verlief zwischen dem auf ihm liegenden Caecum und dem oberen Knie des Colon hindurch und erreichte die Regio renalis dextra. Hier bildete er vor der rechten Niere vier Verticalzüge, von welchen drei oberflächlich lagen und oben bereits Erwähnung fanden. Darauf zog das Jejunum auf demselben

Wege, aber in oberflächlicher Lage, wiederum zur linken Nierengegend zurück, hinterliess hier einige verticale Schlingen und begab sich zur rechten Fossa iliaca. Aus letzterer nahm er seinen Weg von neuem nach links, zur linken Fossa iliaca, und sodann zum kleinen Becken, in welchem zahlreiche Horizontalschlingen teils sagittal, teils quer verliefen. Das Endstück des Darmes gelangte aus dem kleinen Becken in der gewöhnlichen Weise zur rechten Fossa iliaca, woselbst es in den Blinddarm einmündete. Ausser der Lageanomalie des Colon ascendens findet sich in diesem Fall eine Anomalie in der Insertion des Dünndarmgekröses. Die Radix mesenterii inserierte sich an der Wirbelsäule in der Richtung von oben nach unten, was zur Folge hat, dass das Jejunum in der rechten Hälfte des Bauchraumes Platz nehmen und das Ileum in der linken Fossa iliaca sich zu lagern vermochte, eine Erscheinung, die normalerweise infolge der schrägen Anheftung des Gekröses nicht auftreten kann.

Der zweite Fall anomaler Darmlage fand sich im Seciersaale bei einer männlichen Leiche mittleren Alters. Die Abweichungen von der Norm waren hier noch um vieles prägnanter und sehr eigentümlicher Art. Das Caecum war durch Bindegewebsmembranen mit der Mitte des Colon transversum verwachsen und lagerte dicht unterhalb des letzteren (Fig. 10). Der Processus vermiformis hing entlang und nahezu entsprechend der Mitte der Wirbelsäule herab. Von jener Stelle, welche etwa dem zweiten Lumbalwirbel entsprach, begab sich das Colon nach rechts unten zum rechten Hypochondrium hin, bog hier unter dem rechten Leberlappen unvermittelt um und ging in das normal gelegene Colon transversum über. Der Dünndarm senkte sich von links, aus dem linken Hypochondrium her, in das Caecum ein.

Die Flexura duodeno-jejunalis lag rechts von der Wirbelsäule unter dem Caecum. Das hier beginnende Jejunum lagerte sich anfänglich vor der rechten Niere und in der rechten Fossa iliaca, begab sich hierauf in das kleine Becken hinab, von hier in die linksseitige Fossa iliaca (natürlich schon als Ileum), sodann zur linken Nierenregion und verlief endlich in geradem Zuge unterhalb des Colon transversum,

wie gesagt, über die Wirbelsäule hinweg nach rechts zu dem anomal gelegenen Caecum.

Das Mesenterium des Dünndarmes war von sehr eigentümlicher Gestalt und inserierte sich mit breiter Wurzel *quer* an der Wirbelsäule in der Ebene des zweiten bis vierten Lendenwirbels.

Auch der Zwölffingerdarm besass, wie die nachherige Untersuchung ergab, eine abnorme Form. Er lag ganz auf der rechten Seite der Wirbelsäule und beschrieb zwischen Pylorus und Flexura duodeno-jejunalis zwei Biegungen von der Gestalt eines verzerrten *E*.

Die beiden angeführten Fälle sind im wesentlichen durch eine abweichende Lagerung des Blinddarmes charakterisiert. Die Unterschiede in beiden Fällen sind lediglich durch die Folgen bedingt, welche jene Anomalie für die Lagerverhältnisse des Dünndarmes involviert.

In Beziehung auf ihre Genese verdienen diese zwei Anomalien meines Erachtens eine Sonderstellung in der Reihe anderer Fälle, wie sie z. B. von Toldt<sup>1)</sup> und Tarenetzky<sup>2)</sup> beschrieben sind. Die Mehrzahl der letzteren sind lediglich auf Hemmungsvorgänge in der Entwicklung des Darmkanales zurückzuführen. In unseren Fällen finden sich keinerlei nennenswerte Zeichen einer Entwicklungshemmung. Der Darm ist vielmehr von normaler Länge und Gestalt; die ungewöhnliche Lage des Colon ascendens verdankt ihre Entstehung offenbar adhaesiven Entzündungsvorgängen, die in einer frühen Periode des intrauterinen Lebens an dem Darne sich abgespielt hatten. Die Spuren eines derartigen Vorganges treten in dem zweiten Fall als fibröse, zwischen Caecum und Colon transversum ausgespannte Membranen deutlich entgegen (Fig. 10). Es ist anzunehmen, dass die Verwachsung der fraglichen Dickdarmbezirke bereits sehr früh, etwa in der sechsten Woche des Foetallebens, sich vollzogen hatte, zu einer Zeit also, wo der Darm eben seine erste ringförmige Biegung ausgeführt hatte und am Duodenum der untere Horizontalschenkel noch fehlte. Die in diesem Zeitpunkt zwischen Caecum und Colon transversum, sowie zwischen dem Ende des Ileum und der Wirbelsäule vollzogene Verwachsung setzte

<sup>1)</sup> Toldt, Darmgekröse und Netze. Denkschr. d. Kais. Akad. der Wissensch. Math.-naturw. Klasse. Bd. LVI. Wien 1889.

<sup>2)</sup> a. a. O. und „Wratsch“ 1883.

der Umbiegung des Duodenum nach links ein Hindernis entgegen; das Duodenum verblieb infolgedessen dort, wo es in dem erwähnten Entwicklungsmomente sich fand, d. h. an der rechten Seite der Wirbelsäule.

### Figurenerklärung.

- Fig. 1. (S. 441.) Valvulae conniventes Kerkringii aus dem oberen Abschnitt des Jejunum.
- Fig. 2. (S. 441.) Valvulae conniventes Kerkringii im unteren Teil des Intestinum Ileum.
- Fig. 3. (S. 443.) Gypsabguss der Därme nach Entfernung der vorderen Bauchwand.
- Fig. 4. (S. 445.) Diagramm der Verteilung der oberflächlichen und tiefen Dünndarmschlingen in dem in Fig. 3 abgebildeten Falle. Oberflächliche Schlingen gestrichelt. Die grossen Ziffern entsprechen denen der Fig. 3; die kleinen geben die Länge der Darmabschnitte in Centimetern an.
- Fig. 5. (S. 447.) Mesenterialfalten des Dünndarmes in demselben Falle. *a* Ende des Duodenum, an welchem das Jejunum abgeschnitten wurde; *i* Einmündungsstelle des Ileum in den Blinddarm; *b, c, d, e, f, g, h* Gruppen der Gekrösefalten; *k* gewundene Linie, welche den Verlauf des unteren Ileumabschnittes angiebt; letzterer lag tief unter den übrigen Schlingen.
- Fig. 6. (S. 449.) Lage der Dünndarmschlingen in dem zweiten, genauer beschriebenen Falle (55 Jahre alter Mann). Im oberen Teile sind zu sehen: Leber, Magen und Teile des behufs Erreichung der Dünndärme abgeschnittenen grossen Netzes.
- Fig. 7. (S. 451.) Diagramm der Verteilung der oberflächlichen und tiefen Schlingen auf die Länge des Dünndarmes.
- Fig. 8. (S. 455.) Falten des Dünndarmgekröses in diesem Falle.
- Fig. 9. (S. 459.) Anomale Lage des Dickdarmes bei einem 17 Jahre alten Knaben. Mesenterialfalten des Dünndarmes. *h* Leber; *g* Magen; *o* Residuum des grossen Netzes; *ct* Colon transversum; *cd* Colon descendens; *cc* Caecum; *ca* Colon ascendens; *d* Ende des Duodenum; *il* Ende des Ileum; *m, m, m* Mesenterialfalten der Bauchhöhle; *mp* desgleichen im kleinen Becken.
- Fig. 10. (S. 463.) Anomale Lage des Dick- und Dünndarmes. *o* auf die Rippen umgeschlagener Rest des grossen Netzes; *ct* Colon transversum; *cc* Caecum; *il* in das Caecum einmündendes Ende des Ileum; *dj* Flexura duodeno-jejunalis; *t, t, t, t* Dünndarmschlingen, abwärts gezogen; *m, m* Mesenterium des Dünndarmes.

# Referate

von

W. Krause.

**B. Rawitz**, *Grundriss der Histologie*. Für Studierende und Aerzte.

8. Berlin. S. Karger. VII u. 284 Seiten. Mit 204 Abbildungen.

— 6 Mk.

Früher hatte der Verf. einen Leitfaden für histologische Untersuchungen (Jena, 1889) erscheinen lassen und in dem vorliegenden Grundriss ist nun von der histologischen Technik ganz abstrahiert. Hierfür lässt sich zunächst sagen, dass diese Technik sehr rasch sich ändert und zugleich auf verschiedenen Universitäten beträchtliche Differenzen darzubieten pflegt. Auch wurde der so gewonnene Raum zu Excursen und Discussionen benutzt, die geeignet sind, den Lernenden zum Nachdenken anzuregen und die Beschäftigung mit der Histologie interessanter zu machen. Wohl mag dies nötig werden, denn der Verf. klagt in der Vorrede nicht ganz mit Unrecht, dass früher mehr histologisches Wissen und vor allem mehr Streben nach histologischer Erkenntnis verbreitet war, als bei der heutigen Studentengeneration. Wo die Schuld für diese nicht bloss vom Verf. öffentlich besprochene Erscheinung zu suchen sei, wollte Letzterer unerörtert lassen, sie liegt für den Sachverständigen nur zu sehr auf der Hand; gleichwohl möchte Ref. seine privaten Erfahrungen nicht verschweigen.

Sonst war die Sache so eingerichtet, dass am Mikroskop zuerst der Formensinn des Beobachters geübt wurde. Die Histologie wie die Anatomie selbst ist nun einmal eine morphologische Wissenschaft. Für das Studium auch der feinsten Formdifferenzen braucht nichts in Anspruch genommen zu werden, als der Lichtsinn des beobachtenden Auges. Untersuchung frischer Gewebe, mikrochemische Reactionen an lebender Gewebssubstanz, Erforschung stereometrischer Verhältnisse der mikroskopischen Objecte auch ohne Schnittführung in drei auf einander senkrechten Ebenen. füllten reichlich ein Semester. Erst wenn alles bekannt war, was auf diesem Wege erforscht werden kann, folgte ein *zweiter* Cursus unter ausschliesslicher oder vorzugsweiser Benutzung des Farbensinnes und der chemischen Differenzierbarkeit, also der Tinctionen.

Der Lernende wurde mithin angehalten unter dem Mikroskop zu präparieren, aus freier Hand zu schneiden, die Fehlerquellen der Beobachtungen zu eliminieren und aus den durch möglichst viele, nicht etwa nur durch eine als die beste empfohlene, Untersuchungsmethoden gewonnenen Thatsachen der Beobachtung sich eine zuverlässige, unverlierbare Einsicht in den Aufbau der Gewebe oder Elementarteile selbst zu verschaffen — unabhängig von irgend einem Lehrbuch oder den

Privatansichten des Leitenden. So war es und so ist es noch an einigen wenigen Instituten. Vielen Lernenden erscheint aber dieser für die Ausbildung des künftigen praktischen Arztes, der auf eigenen Füßen stehen soll und muss, wenn er auch nur eine Harnuntersuchung zu machen hat, unentbehrliche Weg viel zu weitläufig und langsam. Auf die Vorübung der Hände wird verzichtet, denn die Maschine, das Mikrotom schneidet viel besser und namentlich feiner als die geübteste Hand eines Anatomen. Man kann auch die Schnitte im voraus gefärbt erhalten, man richtet sie nach den Coordinaten des Raumes und erspart die zahlreichen Irrtümer, die aus schrägen Schnittrichtungen resultieren können, man verzichtet auf die kleinen, relativ lichtarmen Gesichtsfelder stärkerer Vergrößerungen, denn gut tingierte Präparate lassen fast dasselbe schon bei recht schwachen Objectiven erkennen. Noch ein Schritt weiter und der Studierende kauft sich fertig eingekittete Präparate, um sie zu besehen und am Ende farbige Photographieen, wenn die Herstellung der letzteren erst erreicht sein wird, was ja bald genug eintreten kann. Schliesslich könnte man dann das Mikroskop ganz entbehrlich finden und das Studium der Histologie in die Ferien verlegen. Auf solche Art bekommt man wohl einen Nachwuchs, von dem jeder Einzelne gesehen hat und sieht, was er sehen oder vielmehr glauben soll, keineswegs aber gewandte und selbständige Beobachter. Die Folgen liegen schon jetzt auf der Hand, nachdem diese Art der Vorbildung seit etwa einem Decennium auf fast allen Universitäten die herrschende geworden ist. Viele neue und oft sehr schöne Untersuchungsmethoden werden alljährlich entdeckt; neue histologische Thatsachen, welche die Nachuntersucher herausfordern, sich um die Litteratur wenigstens der letzten Jahre zu kümmern oder auch nur die Jahresberichte zu lesen, sind merkwürdig selten geworden. Oder sollte Jemand in der That glauben, der mikroskopische Bau des Körpers sei schon so genau erkannt, dass nichts Besonderes mehr zu thun übrig bleibe? Das zu widerlegen, bedürfte es schwerlich eines neue Bahnen brechenden Genies; es würde die einfache Erkenntnis genügen, dass man chemische Reactionen unter dem Mikroskop an lebendem Gewebe, nicht an dessen mumificierter und lackierter Leiche anstellen müsse, wenn etwas Neues dabei herauskommen soll.

Die Wichtigkeit der Sache mag diese Excursion des Ref. entschuldigen. Der Verf. hat sich wie gesagt bemüht, auf eine bessere Methode hinzuweisen, und man muss seinem Werkchen guten Erfolg damit wünschen.

Von Druckfehlern ist dem Ref. das wiederholte: Lantermann aufgefallen, statt: Lanterman. Der Mann war ein Amerikaner; allerdings ist auch im Register zu Bd. XIII, sowie Bd. I—XX des Archivs für mikroskopische Anatomie der Name falsch gedruckt. Unter den Einzelheiten wäre etwa die Auffassung des Kernes nicht als eines Geschlechtsapparates, sondern als eines Regulationsapparates der Zelle hervorzuheben, es soll sich wahrscheinlich der regulatorische Einfluss nach der Seite des vegetativen Lebens der Zelle hin entfalten. Dem entsprechend würde das Nuclein keineswegs als ausschliesslicher Träger der Vererbungstendenzen anzusehen sein.

Die Abbildungen sind schematisch gehalten, aber instructiv, und helfen wesentlich zum leichteren Verständnis; besondere Eleganz kann man bei dem billigen Preise nicht erwarten.

# Ricerche microscopiche e sperimentali su gli effetti della Tiroidectomia

pel

**Dott. Francesco Capobianco,**

Aiuto nell'Istituto d'Istologia e Fisiologia generale della R. Università di Napoli.

(Con tav. XXI—XXIII.)

## I.

Dopo le mie prime pubblicazioni sulle conseguenze della tiroidectomia totale nei centri nervosi, altri e pregevoli lavori, a preferenza sperimentali, sono comparsi e per tutte le indagini, incessantemente, succedute si è, oramai, stabilmente definita la importanza della funzione tiroidea per la più gran parte degli animali superiori.

Dei casi d'innocuità di siffatta estirpazione quelli, che non vanno attribuiti ad insuccessi operatori, trovano la loro ragione nella frequenza grandissima delle tiroidi accessorie, le quali, è noto, oltrechè intorno alla glandola principale, possono trovarsi in sede assai varia.

Sicchè alla morte non si sottraggono nemmeno quegli animali, che dapprima parvero sopravvivere, poichè è chiaramente dimostrato che i conigli e le cavie soccombono non meno dei cani alla soppressione completa di funzione così importante. Su questo lato della quistione avevo già rivolto il mio studio ed avevo in corso delle esperienze, i cui risultati erano in contraddizione con le idee dominanti, quando apparvero i lavori del Gley<sup>1)</sup>, i quali, a parte taluni dissensi, avvalorarono la convinzione, che io ero venuto formandomi, sulla niuna refrattarietà di questi roditori alla tiroidectomia totale.

<sup>1)</sup> Gley, Effects de la thyroïdectomie chez le lapin. Archiv. de phys. norm. et pathol. Bd. IV. p. 135.

Intanto, com'è che si muore? Qual'è la causa, che spiega le tristi conseguenze della tiroidectomia totale e senza tiroidi accessorie?

- 1° Dipendono esse da alterazioni del circolo cerebrale per la soppressione di quel cospicuo deflusso, che costituisce la tiroide con la sua circolazione per la irrorazione sanguigna cerebrale? (Kocher<sup>1)</sup>, Zesas<sup>2)</sup> ed altri).
- 2° È la ghiandola in quistione un organo soltanto emopoietico (Kocher), ovvero in esso acquistano le emasie la proprietà di fissare l'ossigeno, come dall'esame del sangue di animali operati inferirono Albertoni e Tizzoni?<sup>3)</sup>
- 3° Consiste la funzione tiroidea nel segregare un materiale nutritivo dei centri nervosi (Schiff<sup>4)</sup>, onde, tolta che sia la ghiandola, questi si trovano in una tal quale specifica inanizione?
- 4° Ed, infine, la tiroide funziona associatamente per distruggere o neutralizzare quelle tossine, che l'organismo si produce e che non arriva ad eliminare per la via degli emuntori naturali, sì che conseguita un avvelenamento dell'organismo stesso (Colzi) o più direttamente dei centri nervosi? (Paladino).
- 5° Può, in ultimo, il propagarsi ai centri delle alterazioni, che, pel trauma operatorio, si destano nei rami nervosi (Munk<sup>5)</sup> o più specialmente nel simpatico (Reverdin<sup>6)</sup> o nei nervi laringei (Baumgärtner<sup>7)</sup>, (Pietrzkowski<sup>8)</sup>, esser cagione dei fenomeni postoperatorii?

Oramai, non è più possibile dubitare della specificità della funzione tiroidea e molte opinioni, che già ebbero seguaci, sono al presente del

<sup>1)</sup> Kocher, Verhandl. d. deutsch. Gesellschaft f. Chirurgie. 1883. XII. Congr. p. 1.

<sup>2)</sup> Zesas, Beitrag zur Kenntnis d. Blutveränderung bei entmilzten Menschen und Tieren. Archiv f. klin. Chirurg. Bd. XXVIII. p. 815.

<sup>3)</sup> Albertoni e Tizzoni, Sugli effetti dell'estirpazione della tiroide. Arch. p. le Scienze Med. T. X. Fasc. 1.

<sup>4)</sup> Schiff, Résumé d'une série d'experiences sur les effects de l'ablation des corps thyroïdes. Rev. med. de la Suisse romande. 1884. n. 2.

<sup>5)</sup> Munk, Weitere Untersuchungen über die Schilddrüse. Sitzungsber. d. königl. preuss. Akademie d. Wissenschaften. 1884. Bd. X. H. 4.

<sup>6)</sup> Reverdin, Revue méd. de la Suisse romande. 1883. T. II.

<sup>7)</sup> Baumgärtner, Verhandl. d. d. Gesellschaft f. Chirurg. In Arch. f. klin. Chirurg. Bd. XXXI. p. 119.

<sup>8)</sup> Pietrzkowski, Prager med. Wochenschrift. 1884.



tutto demolite, nè è qui il luogo di riferire tutta la serie numerosa di esperimenti, che furono opposti alla teoria, di cui il Munk fu il più autorevole sostenitore, pei quali la tiroide acquistò tutta la importanza di organo necessario dal punto di vista funzionale specifico. A produrre, infatti, i tristi effetti della estirpazione non valsero traumi di ogni sorta, praticati sulla glandola, quali la legatura dei lobi tiroidei fuori la ferita cutanea (Albertoni e Tizzoni<sup>1)</sup>, la recisione di tutti i nervi (detti, Fuhr<sup>2)</sup> e perfino la iniezione di soluzione di nitrato d'argento tra capsula e parenchima (Fuhr).

E, d'altra parte, che il succo tiroideo non sia indifferente è, a chiare note, provato da tutta una serie di esperimenti circa gli effetti, che si ottengono dalle iniezioni intravenose di estratto tiroideo in animali tiroidectomizzati.

Fu il Vassale<sup>3)</sup>, che ampliando e perfezionando gli esperimenti dell'Ewald tentò iniezioni comparative, intravenose ed intraperitoneali del succo di altri visceri e di quello di tiroide e ne concluse che quest'ultimo rispetto agli altri contiene qualche cosa di speciale che, ridato all'organismo, quando manca la tiroide, ritarda o sospende i fenomeni della cachessia strumipriva, allorchè essi sieno già in atto.

In che consista, pertanto, la specificità di questo succo non è peranco definito e si han ragioni per ritenere che la tiroide abbia l'ufficio di guarentire l'organismo dalle tossine, prodotte dallo scambio della materia, distruggendole o neutralizzandole, o rendendole, in un modo qualsiasi, eliminabili.

Per l'alterato chimismo sta, in effetti, non solo tutto il quadro sintomatologico degli animali tiroidectomizzati, nel quale si può riconoscere una forma d'intossicamento, ora acutissimo, ora cronico, secondo i casi, ma eziandio l'aumentata tossicità di liquidi organici, la quale ad onta di dissensi, in parte spiegabili, pare chiaramente dimostrata.

<sup>1)</sup> Albertoni e Tizzoni, Loco cit.

<sup>2)</sup> Fuhr, Die Exstirpation der Schilddrüse. Archiv f. experim. Pathologie und Pharmacologie. 1886. Bd. XXI. S. 387.

<sup>3)</sup> Vassale, Ulteriori esperienze intorno alla glandula tiroide. Ric. microsc. e sperim. Reggio Emilia. 1891. p. 57.

Il Gley <sup>1)</sup>, con un lavoro sperimentale, pubblicato nel 1892, studiò la quistione della sostituzione funzionale tra tiroide e ghiandola pituitaria (Stieda, Rogowitsch) e il grado di tossicità dell'urina negli animali tiroidectomizzati.

Sui risultati della prima parte del lavoro non si può far gran conto, poichè l'autore stesso afferma, che di 10 conigli operati un solo sopravvisse alle complicazioni operatorie ed in questo non si poté nemmeno dilacerare profondamente la ipofisi, per non porre a rischio la vita dell'animale.

Più importante è, invece, la seconda parte, nella quale, dopo aver determinato, secondo il metodo del Bouchard, il coefficiente urotossico normale, viene alla conclusione che la tossicità delle urine di cani, privati di tiroide, è maggiore rispetto a quella di animali sani. Egli è di parere che si tratti della presenza nel succo tiroideo di principi, che si fissino sugli elementi del sistema nervoso. Di ciò si avrebbe una pruova indiretta nel fatto che tutte le sostanze, le quali diminuiscono l'eccitabilità nervosa, arrestano, per qualche tempo, gli accessi convulsivi (antipirina, cloralio).

Assai recentemente, infine, i Dr. Vassale e Rossi han potuto dimostrare la tossicità del succo muscolare negli animali tiroidectomizzati; tossicità che, secondo gli autori, deve soprattutto riferirsi ad alterato scambio, per mancata funzione della tiroide e non allo affaticamento dei muscoli in animali in preda a convulsioni; poichè il grado di essa è in rapporto più con la gravezza maggiore della cachessia, che non con la intensità e la frequenza dei moti convulsivi <sup>2)</sup>.

Accanto a queste indagini sperimentali vanno riferiti i risultati di osservazioni microscopiche, fatte sui centri nervosi di animali tiroidectomizzati (Lupò <sup>3)</sup>, Rogowitsch <sup>4)</sup>, Kopp), nonchè sull'uomo con cachessia strumipriva (Langhans).

<sup>1)</sup> Gley, Sur l'extirpation du corps thyroïde. Arch. d'Anat. et Phys. normale et patholog. Avril 1892.

<sup>2)</sup> Vassale e Rossi, Sulla tossicità del succo muscolare degli animali tiroidectomizzati. Rivista di Freniatria e Med. legale. 1893.

<sup>3)</sup> Lupò, Contribuzione all'istologia della tiroide — Tiroidectomia — Progresso Med. 1888.

<sup>4)</sup> Rogowitsch, Sur les effects de l'ablation du corps thyroïde chez les animaux. Archiv de Phys. norm. et pathol. 1888. 2. Sem. p. 419.

I primi due rilevarono alterazioni nei centri nervosi di cani stiroidati, ma dei loro lavori, come che in più diretta attinenza con le mie indagini, tratterò con maggior diffusione, quando verrò esponendo i miei risultati.

Contemporaneamente alle ricerche sperimentali del Gley, più su ricordate e posteriori alla mia prima pubblicazione <sup>1)</sup> sono le osservazioni di Kopp e Langhans.

Il Kopp <sup>2)</sup> portò la sua attenzione, a preferenza, sui nervi periferici, occupandosi solo brevemente del sistema nervoso centrale.

Esaminando vari tronchi nervosi, quali l'ipoglosso, il mediano, l'ulnare ed altri di cani operati, vi ha rinvenuto alterazioni a focolaio, sì che i fasci di fibre, costituenti un grosso nervo non erano mai affetti in totalità, ma soltanto pochi fra essi. Secondo le sue osservazioni, ad occupare la sede delle fibre nervose si trovava un'area chiara, traversata da fibrille, e in esse spiccavano nuclei ovali, vescicolari, pallidi, circondati o no da una zona protoplasmatica. Essi non sono altra cosa che i nuclei descritti dal Ranvier nell'endotelio dello strato lamellare del fascio nervoso, o i nuclei della membrana del perinevro (Key e Retzius).

Elementi propri del focolaio sono le cellule vescicolari ad una o più concamerazioni, così dette dal Langhans, che, come vedremo, ebbe anch'egli ad osservarle. Sono elementi grandi, di varia forma, a contorni fini, a contenuto omogeneo e pallido, per l'ordinario, traversato da fibrille esilissime, che corrono dal nucleo alla parete.

In quanto al sistema nervoso centrale, s'accorda, in alcuni dati di osservazione con quelli, da me pubblicati. Ha descritto, infatti, forme di vacuolizzazione e di disgregazione granulosa nelle cellule gangliolari, siccome Rogowitsch ed io abbiamo osservato, ma non è del pari convinto della sparizione del nucleo, che, come ebbi già a dichiarare <sup>3)</sup>, è reperto che non mi pare si possa revocare in dubbio.

<sup>1)</sup> Capobianco, Ulteriori ricerche sulle alterazioni istologiche del midollo spinale, seguite alla tiroidectomia nei cani. Bollet. della Soc. di Natur. in Napoli. Febbraio 1892.

<sup>2)</sup> Kopp, Veränderungen im Nervensystem, besonders in den periph. Nerven des Hundes, nach Exstirpation der Schilddrüse. Virchow's Archiv. 1892. Bd. CXVIII. H. 2.

<sup>3)</sup> Capobianco, Sulle fine alterazioni dei centri nervosi e delle radici spinali, seguite alla tiroidectomia. Rif. Med. 1892. Nr. 200—201.

Sul significato di tutte queste forme ei non si permette un giudizio determinato, dove che pare sia più persuaso del rigonfiamento, che, al pari di me, ha constatato nei cilindrassi.

Il Langhans<sup>1)</sup> ha studiato, esclusivamente, i nervi periferici nell'uomo e nelle scimmie, avendogli lo esame dei centri, in tre casi, dato risultato negativo.

Le conclusioni delle sue indagini si riducono ai seguenti dati: Ispessimento della parete dei vasi, massime capillari; dilatazione degli spazi linfatici e presenza in questi di fibre finissime e di cellule vescicolari, da lui battezzate e simili a quelle del Kopp. Inoltre, ha riscontrato, nella superficie interna del perinevro, affezioni a focolaio, costituite di fasci di fibrille, decorrenti longitudinalmente negli spazi linfatici dilatati, i quali contengono fibre trasversali o longitudinali, cellule vescicolari e speciali formazioni fusiformi; queste ultime o sole o insieme alle altre.

Giova, inoltre, notare che il Langhans medesimo richiama l'attenzione che in tutti i tre casi, da lui esaminati, con dati negativi nei centri, esistevano avanzi della ghiandola tiroide.

## II.

Nello intento di contribuire, per la mia parte, allo studio di quistione così viva e dibattuta, ho già da qualche tempo istituite ricerche su tale argomento e mi trovo d'aver pubblicati delle osservazioni, che si riferiscono a questo o quel quesito.

Nella presente pubblicazione, pertanto, mi propongo di ritornare sopra alcuni dati microscopici, relativi alle lesioni, che negli organi centrali nervosi dei cani tiroidectomizzati, è possibile constatare, come anche sulle manifestazioni speciali, che la prevalente ubicazione bulbare di tali lesioni, determina nei conigli, privati dei corpi tiroidei.

Sulla importanza di queste alterazioni ebbi già a richiamare l'attenzione degli osservatori in una nota, che ho innanzi ricordata, quando cioè era ancora recente l'affermazione di Tizzoni e Centanni,

---

<sup>1)</sup> Langhans, Ueber Veränderungen in den peripherischen Nerven bei Kachexia thyreopriva des Menschen und Affen, sowie bei Kretinismus. Virchow's Archiv. 1892. Bd. CXXVIII. H. 2—3.

i quali, riferendo i risultati di loro esperienze, poterono dichiarare che l'esame, portato ripetutamente su tutte le regioni del sistema nervoso centrale dette sempre risultato negativo<sup>1)</sup>.

A quest'affermazione, guarentita dall'autorità dei nomi, io mi permisi di fare qualche considerazione, che non mi pare inopportuna ripetere ora.

De'cani, scrissi allora, che servirono alle ricerche microscopiche, dalle quali si ebbe la conclusione surricordata, poterono rimanere in vita uno per circa 4 anni, l'altro per quasi 10 mesi ed un terzo, infine, fu sacrificato un mese e mezzo dopo l'operazione, la quale, del resto, non aveva provocato altro disturbo, che un lieve abbattimento.

Sicchè il lungo tratto di tempo, trascorso dall'operazione alla morte nei primi due casi, la quasi completa mancanza di fenomeni postoperatori nel terzo caso, non son certo tali motivi da giustificare l'opinione, che causa della morte sia dovuta essere la chiminata funzione tiroidea. Se, in effetti, le alterazioni, rilevate nei centri, sono cosiffatte da non permettere la vita oltre un certo limite ed i fenomeni, che caratterizzano il quadro tipico della cachessia sono fatalmente progressivi, è evidente che altri compensi organici doverono sottentrare alla mancata funzione della glandola, per sostenere così a lungo in vita quegli animali, messi ad esperimento ed impedire nell'ultimo l'insorgere di manifestazioni morbose.

Esiste, è vero, la forma cronica della cachessia, ma questi casi, frequentissimi nell'uomo, sono, al contrario, abbastanza rari nei cani, in cui però, durante il lento progredire del male, si ha pur sempre un complesso di sintomi speciali e caratteristici. La rapidità, con la quale i cani soccombono, rispetto all'uomo, confermata nelle più recenti ricerche, era nota da tempo e se ne cercò la spiegazione in ciò, che al cane si toglie un organo sano e nel rigoglio della sua attività funzionale, dove che l'uomo, è, d'ordinario, privato della glandola inferma e quindi in grado diverso inattiva.

E tale rapporto ho potuto, limitatamente, riprovare io stesso nel coniglio. Di parecchi animali, soggiaciuti in breve tempo, quello, che

<sup>1)</sup> Tizzoni e Centanni, Sugli effetti remoti della tiroidectomia nel cane. Archiv per le Sc. Mediche. Vol. XIV. Fasc. 3.

visse molto più a lungo, fu un coniglio con tiroide, presentante gradi notevoli di alterazione anatomica<sup>1)</sup>.

Onde, per tutte queste considerazioni, a me non parve che si potesse a rigore concludere nel senso degli autori, che cioè *„le lesioni anatomiche corrispondenti ai disturbi funzionali, che insorgono nei cani dopo estirpate le tiroidi o non si rivelano ai nostri attuali mezzi di osservazione o devono ancora essere scoperti“* dappoichè lo esame degli organi di animali sopravvissuti non potea servir di base a negar le lesioni, che si riscontrano in quelli, che soggiacciono.

Premessa questa osservazione, vengo alle mie ricerche, nelle quali oltre ai vecchi dati, si comprendono tutti quei nuovi, che ulteriori esperimenti, proseguiti incessantemente, m'han permesso di assodare. Per facilità di esposizione io tratterò, in altrettanti paragrafi, le seguenti quistioni:

- 1° Conseguenze della tiroidectomia nei cani;
- 2° Alterazioni del sistema nervoso centrale: midolla spinale, bulbo, ponte di Varolio, cervelletto, cervello;
- 3° Alterazioni del sistema nervoso periferico: radici spinali;
- 4° Conseguenze della tiroidectomia nei conigli ed esame del sistema nervoso di questi.

### § 1.

#### Conseguenze della tiroidectomia nei cani.

Ho operato di tiroidectomia 16 cani, seguendo e l'uno e l'altro dei metodi proposti, il taglio mediano, cioè, e quello bilaterale ed ho cercato in entrambi di produrre il meno che mi era possibile di lesioni sulla glandola. A tal uopo, quando non mi era indispensabile l'uso del bistori, come per la cute e per l'aponevrosi, che tagliavo sulla guida, mi son valso sempre di quest'ultima per scollare i tessuti ed isolare le tiroidi. Dopo averne allacciati i vasi ad una certa distanza dalla loro entrata, ho, con un doppio taglio, portato via ciascuno dei lobi della glandola, procurando che non ne restasse in sito alcun residuo. Con

<sup>1)</sup> Capobianco, Di un reperto rarissimo o della presenza di fibre muscolari striate nella glandola tiroide. Riforma Med. 1893. N. 73, e Bollettino della soc. di Natur. in Napoli. Con tav. 1893.

un'osservanza rigorosa dell'antisepsi non ho avuto mai a deplorare il menomo indizio di suppurazione.

Tutti cani sono morti dal 4° al 27° giorno dalla praticata operazione ed, all'autopsia, non m'è stato possibile, per indagini, ch'io abbia fatte, il ritrovar mai tiroidi accessorie ovvero tracce dell'antica. Durante il periodo di sopravvivenza, ho in ciascuno dei cani notato il successivo apparire de'noti fenomeni, tra i quali mi piace ricordare anche qui le infiammazioni corneali, con esito in ulcera, le quali si presentarono in tre casi, bilaterale in uno che sopravvisse 21 giorno, solo nell'occhio sinistro in due altri, che vennero a morte tra il 13° e il 15° giorno.

Ho rilevato, inoltre, quotidianamente, e, per quanto mi era possibile, ad ore determinate, il grado della temperatura, il numero delle pulsazioni e delle respirazioni. Dallo esame delle curve termometriche si può concludere che c'è, difatti, un graduale e costante abbassamento di temperatura negli animali operati; quest'ultima sale, invece, notevolmente solo durante gli accessi convulsivi.

La temperatura più alta, che mi è stato possibile notare in simili accessi, raggiungeva 42° centigradi nel retto, dove l'ho sempre misurata; il numero delle pulsazioni, aritmiche, fu di 87 e quello delle inspirazioni 19 a minuto primo.

Prima della morte il calore del corpo è rilevantemente scemato. In un cane, che sopravvisse 15 giorni, il termometro, 24 ore innanzi la morte, segnò appena 35.5 centigradi, le pulsazioni furono 78 e le inspirazioni 11 a minuto. Per ciò che riguarda la temperatura, adunque, i miei risultati s'accordano con quelli ottenuti dall'Ughetti<sup>1)</sup>.

## § 2.

### Alterazioni nel sistema nervoso centrale.

Per lo esame dei centri nervosi e delle radici spinali, che io ho preferito agli altri tronchi nervosi, ho scelto cinque cani fra tutti gli operati, i quali mi parvero più opportuni per osservare lo svolgersi delle lesioni, che in quelli s'eran potute determinare.

<sup>1)</sup> Ughetti, Sulla glandula tiroide. Temperatura dei cani dopo l'estirpazione di quest'organo. *Riforma Med.* a. VI. N. 228.

Difatti, uno di essi morì dopo 4 giorni dall'operazione (No. 1), il secondo dopo 11 giorni (No. 2), il terzo dopo 12 giorni (No. 3), e, finalmente, degli altri due l'uno sopravvisse 16 giorni (No. 4) e l'altro 21 (No. 5).

A questi cinque ho aggiunto un sesto cane, venuto a morte anch'esso nel 21 giorno dopo la tiroidectomia totale (No. 6).

Il sistema nervoso di quest'ultimo è stato trattato con metodi diversi dai precedenti e dei risultati di osservazione, conseguiti per tale via, mi sono valso a conferma di quelli per altro modo ottenuti, perchè si potesse meglio, dallo esame comparativo, valutare l'influenza esercitata dai mezzi induranti, e quanto del reperto microscopico dovesse, per avventura, ritenersi espressione di cangiamenti da essa determinati.

A tale uopo, per l'ultimo cane (No. 6) ho prescelto il fissamento al Bicoloruro Mercurico 2 %, laddove per gli altri mi son valso del liquido di Müller, che è il preferito per gli organi nervosi, ed ho gli uni e l'altro consecutivamente colorati col carminio boracico, con soluzioni di ematossilina, con i colori di anilina più comunemente adoperati. A questi ho aggiunto a controllo gli altri metodi speciali, quali quello del Weigert, con la modificazione del Pal, la reazione al cromato d'argento, e, sovra gli altri, a preferenza il processo al joduro di palladio (Paladino).

In tutte le sezioni del sistema centrale nervoso, al pari che nelle radici spinali di questi cani, ho potuto rilevare alterazioni, la cui importanza tiene, senza dubbio, alla successione ed alla durata dei fenomeni, che conseguirono all'operazione, meglio che tutte le altre lesioni, rilevate in questo o quell'organo (fegato, reni) (Alonzo).

Tratterò, adunque, dei risultati della mia osservazione, descrivendoli successivamente nel Midollo spinale, nei vari organi encefalici ed, infine, nelle radici spinali, che possono ben rappresentare i tronchi nervosi periferici e nelle quali, come vedremo, non si sono ancora descritte alterazioni.

#### *Midolla spinale.*

Delle affezioni anatomiche, che si presentano in questa parte dell'asse cerebro-spinale altre son parenchimatose, altre interstiziali,



secondo che, com'è noto, son gli elementi nervosi od il tessuto di sostegno ed i vasi, da cui esse pigliano il loro punto di partenza.

Le alterazioni che ho riscontrate nella midolla spinale ed, in generale, nei centri nervosi di cani, privati di tiroide, riguardano i disturbi circolatori e certe speciali alterazioni delle cellule e fibre nervose.

*Disturbi circolatori.* — La circolazione sanguigna della midolla è, nei casi occorsimi, profondamente alterata. Già alla semplice ispezione superficiale si rileva una iniezione notevole delle meningi, la quale ne modifica notevolmente il colorito.

Nel cane, segnato No. 3, oltre alla replezione delle vene rachidiane, ebbi a notare un colorito rosso abbastanza caratteristico della pia spinale, il quale dava a tutto il midollo un aspetto come corallino.

Il fatto dei disturbi circolatori è uno dei reperti più costanti ed esso s'incontra non solo allorchè nel midollo occorrono altre forme di lesioni, ma si lascia notare altresì quando in questo non sono accennate, o si trovano tuttavia in uno stadio iniziale, le alterazioni degli elementi nervosi. All'osservazione di pezzi induriti e tagliati al microtomo si rileva una notevole iniezione delle vene e dei capillari sanguigni, che contrasta con lo stato delle arterie. Nelle sezioni trasversali o longitudinali dei vasi che s'incontrano, questi si presentano ripieni di globuli rossi in modo abbastanza rilevante.

Le fine anse di capillari, che circondano quasi immediatamente ciascuna cellula nervosa, sono nitidamente delineate.

Nei casi di morte più lenta, oltre a questo turgore si nota intorno ai vasi come uno strato, che ne ispessisca la parete e che s'intinge vivamente al carminio. Essa o trovasi a circondare come una zona l'intera sezione del vase o solo una parte della circonferenza di questa.

Sulla natura della sostanza, che forma questo guscio perivasale ed ha l'aspetto come di una massa colloide, io non ho fatto indagini speciali, nè mi è stato possibile studiarne la reazione agli acidi ed agli alcali, trattandosi di tagli già inclusi in balsamo, ma a giudicarne dall'apparenza speciale e dal vivo colore che assume mi pare che non sia gran fatto fuor di proposito il rassomigliarla a quei depositi fibrinosi, così frequenti negli stati flogistici e che sotto l'azione del liquido indurante si sieno in siffatto modo atteggiati.

Che, difatti, una sostanza di tal natura si trovi intorno ai vasi è possibile convincersene con la osservazione di altri punti. Nei quali, più che il semplice strato perivasale, occorre notare come un reticolo a maglie larghissime ed a rami appena accennati, che mi pare ricordino con sufficiente analogia dei possibili coaguli fibrinosi, sorpresi in tal modo dal mestruo fissatore.

Questi disturbi circolatori vanno ancora più oltre. In effetti, assai spesso si trovano dei focolai emorragici abbastanza netti ed evidenti. Anche a voler prescindere da quei punti, dove si rinviene un cumulo di corpuscoli rossi ed il vase, dond'essi provengono, è poco o nulla dimostrabile, v'ha de'rincontri frequentissimi, in cui il vase centrale, in sezione longitudinale o trasversa, nitidamente distinto dalla sua parete è ripieno e circondato di globuli. (Vedi fig. 1.)

E questi o si trovano a riempire gli spazi perivascolari, come non di rado occorre notare nei centri nervosi di animali, uccisi per strangolamento, sebbene in numero assai più rilevante, ovvero si diffondono anche nel tessuto circostante e ne coartano gli elementi costitutivi.

Sede frequente dello stravasamento sanguigno è, come giustamente ha fatto notare il Lupò, la vena che scorre lateralmente al canale centrale, quella cioè che accompagna il ramo anastomotico dell'*arteria sulco-commissuralis*, qualè appunto il vase rappresentato in sezione nella figura 1.

Nondimeno l'emorragia può accadere specialmente in tutto l'ambito della sostanza grigia, e, mentre è rara abbastanza nel mantello bianco midollare, esempi notevoli se ne hanno nelle corna grigie anteriori. Nella figura 2 è ritratto un focolaio emorragico, piuttosto importante, la cui sede era nel corno grigio anteriore di una emisezione spinale, ed al quale corrispondeva lo stravasamento, riprodotto nella figura precedente.

Se non che, il sangue non si versa soltanto intorno ai vasi dentro il midollo, e non sono rari i rincontri, in cui è possibile trovare una effusione di globuli sanguigni in altri punti, come non ne mancano a disotto della pia meninge spinale e specialmente nei solchi anteriore e posteriore, dove, d'ordinario, sono in copia maggiore.

Non ho a questo proposito trascurato di far la possibile ipotesi, la cui tale reperto potea dar luogo, ma e il modo di presentarsi e l'

frequenza grande e, finalmente, lo stato dei tessuti circostanti, mi han potuto convincere che esse tengono alla medesima causa, che determina le emorragie nello interno della midolla. Ricordo anche qui che, in certi periodi, è possibile riconoscere una notevole infiltrazione di globuli bianchi, che, più fitta intorno i vasi, si diffonde oltre nella sostanza nervosa fin dentro le cellule e le lacune pericellulari.

Altra nota da rilevare è la dilatazione degli spazi perivasculari. Queste lacune linfatiche si presentano assai spesso più dilatate, che d'ordinario non sogliano ed o son quasi vuote o contengono, siccome ho detto, emasie in maggiore o minor quantità. Il grado di dilatazione è anch'esso progressivo, sì che aumenta man mano che si va innanzi nel periodo di sopravvivenza, fino a raggiungere l'ampiezza maggiore in quelli animali che rimasero in vita più a lungo; nei quali, accanto a forme di atrofia, spiccatissime negli elementi nervosi, se ne incontrano di notevoli dimensioni. Tuttavia nella midolla spinale, cotesti spazi, come vedremo più innanzi, mi sono sempre occorsi meno ampi, che non nelle rimanenti sezioni dell'asse cerebro-spinale e massime nel cervello. Per tal ragione, io mi riferisco alla fig. 15 di uno spazio perivascularare dilatato, come se ne incontrano nella sostanza bianca o grigia del cervello.

In quanto alla forma di queste dilatazioni, mi pare che, almeno nel maggior numero dei casi, non si possa ritenerli come slargamenti circoscritti, ampolliformi. E ciò perchè l'osservazione di tagli, in cui i vasi decorrono longitudinalmente, dimostra che la lacuna circostante n'è uniformemente dilatata, per lo meno nel tratto che occorre, il quale spesso non è molto breve.

*Cellule nervose.* — Sono note le forme molteplici di degenerazione, cui possono soggiacere le cellule nervose e come ve n'ha di talune, che caratterizzano, più specialmente, questa o quella lesione.

Riguardo alle alterazioni degli elementi cellulari nervosi, in seguito all'asportazione della tiroide, si aveano le ricerche del Lupò<sup>1)</sup> e del Rogowitsch<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Lupò, l. c.

<sup>2)</sup> Rogowitsch, Zur Physiologie der Schilddrüse. Centralblatt für d. med. Wissenschaften. 1886. N. 30.

Il primo fa la descrizione di cellule con atrofia spiccatissima, nelle quali, sparito il nucleo, il protoplasma si mostrava ridotto ad un cumulo informe, assai più piccolo della nicchia cellulare. Rogowitsch parla, invece, di un'encefalo-mielite parenchimatosa subacuta e vi ha riscontrato due tipi di alterazioni: un rigonfiamento torbido ed una degenerazione granulosa.

Mediante le mie ricerche, ho avuto l'agio di convalidare i risultati del Lupò, per ciò che riguarda l'atrofia da lui rilevata, ma mi è stato possibile il sorprendere altresì alcune altre forme, che permettono seguire lo svolgimento progressivo del processo, che mena alla completa distruzione della cellula nervosa, residuandone una lacuna, che ritrae di quella la forma e nella quale trovasi talora un nucleo, spostato verso uno dei punti della periferia.

Esiste, difatti, una forma di atrofia semplice, per la quale la cellula nervosa raggrinzandosi prima secondo una direzione, poscia secondo tutte, si riduce notevolmente di volume non solo, ma perde quasi i suoi caratteri e reagisce pochissimo alla colorazione, sì che col trattamento al carminio boracico, più che assumere la tinta vivace, come per l'ordinario, resta pochissimo colorata. Il nucleo non permane indifferente ed anch'esso s'impicciolisce, si deforma e può anche non mostrarsi affatto. In certi casi la sua presenza non è indicata da altro, che da una piccola chiazza, la quale si differenzia dal resto del protoplasma per una colorazione, appena un pò più accentuata e che ricorda solo in modo incompleto la forma ordinaria del nucleo normale. Nel cane No. 5, il quale, durante la sopravvivenza, non ebbe fenomeni tumultuosi, ma un grave e progressivo abbattimento, accompagnato più tardi da paresi ed incoordinazione, io ho potuto rilevare forme assai spiccate di quest'atrofia. Nel cane No. 4, invece, ho osservato delle speciali formazioni, il cui aspetto non depone punto sulla loro natura di avanzi di cellule nervose e solo è possibile rintracciar questa, tenendo conto della topografia e del rapporto che esse hanno con altri elementi simili, ancora più o meno riconoscibili.

Sono queste formazioni rappresentate come da un vacuo, limitato in tutta la sua periferia o per una parte di questa soltanto da un contorno, più o meno spesso, che è circolare o semilunare, secondo che

è intero o no, e il quale reagisce tingendosi vivamente al carminio boracico. Talora questo vacuo, così circoscritto è suddiviso da trabecole, che l'attraversano, limitando come delle areole, che sostituiscono il corpo cellulare. Il modo di prodursi di siffatte immagini è possibile intendere solo mediante l'esame successivo e comparato di parecchie serie di tagli di midolla spinale. L'inizio della loro formazione sta nella comparsa di un vacuolo verso un punto, o periferico o più o meno dentro i confini del corpo della cellula nervosa, la quale ha, del resto, ancora i suoi caratteri perfettamente normali. Questo vacuolo, dapprima ristretto, comincia ad estendersi man mano, guadagnando sempre più del corpo cellulare. Esso procede fino a che di quest'ultimo non rimane se non quella limitata zona periferica, dotata del forte potere d'imbibizione e che è circolare o semilunare, secondo che il contorno della cellula è più o meno conservato, ciò che pare sia in relazione con la sede, centrale o periferica, del vacuolo iniziale. Che anzi, certe forme intermedie sono abbastanza caratteristiche, sì che talora si possono rilevare cellule, variamente atteggiate ed, in qualche caso, anche configurate a nappo.

In alcuni casi, la natura di questo contorno è indubbiamente caratterizzata dalla presenza in esso di un nucleo, che, seguendo l'alterazione protoplasmatica, si allunga, si deforma, quasi per adattarsi al ristretto limite del protoplasma circostante.

Talvolta, invece di un sol vacuolo iniziale, ve n'ha parecchi. Essi s'estendono progressivamente e parallelamente e quando si può riuscire a sorprenderli in uno stadio, che non è ancora l'ultimo, s'ha a notare quella specie di rete a larghe maglie ed a rami esilissimi, che ho ricordata innanzi, e nella quale questi ultimi s'imbevono anch'essi, sebbene un pò men vivamente, ai mezzi di colorazione.

Di queste forme, per non moltiplicare esageratamente i disegni, non dò qui alcuna immagine, perchè di questa si porterà chiarissima idea da quelle, riprodotte da elementi bulbari. nei quali le note di struttura sono anche meglio delineate.

Il nucleo, attraverso questi cangiamenti, finisce per soggiacere anch'esso, ma, in generale, resiste molto più a lungo ed è solo in un periodo assai tardo, che se ne perde la traccia.

Questa forma, che, come si vede, ha moltissimi punti di contatto col vero processo di vacuolizzazione, si trova, accanto ad altre, a mostrare lo stato di alterazione spinale. In alcuni casi, difatti, il protoplasma va incontro ad una disgregazione molecolare, per cui il suo aspetto granuloso, caratteristico, si modifica dapprima e poi si distrugge, mentre il nucleo rimane ancora integro, anzi con il carminio e l'ematosilina si colora assai vivamente. E le fasi, per le quali passa questo protoplasma, che cade in disfacimento si possono seguire sui preparati, dove si rileva come la distruzione cominci alla periferia e proceda man mano, assottigliando sempre più la zona di protoplasma, che circonda il nucleo, sì che talora se ne trova soltanto una breve falda perinucleare. (V. Fig. 3 e 4.)

Il nucleo si altera posteriormente, ma non è risparmiato dal processo degenerativo ed, in ultimo, di tutta la cellula non rimane che la sola nicchia, atteggiata in vario modo, secondo la forma dell'elemento, che vi si annidava.

Tuttavia, il fatto della conservata integrità del nucleo, nella fase di distruzione quasi completa del protoplasma, non è costante. Nella midolla spinale dello stesso cane No. 5, si può, difatti, accompagnare il processo, che mena alla scomparsa del nucleo, mentre ancora il protoplasma è quasi integro. Ivi pare come se l'alterazione abbia per sede primitiva il nucleo e che di qui si diffonda ed attacchi il protoplasma. Il nucleo, in questi casi, si presenta notevolmente deformato, si retrae in questo o quel punto del suo contorno e quando questi cangiamenti son progrediti, esso, alla fine, scompare, lasciando nella sua sede uno spazio vuoto. (Fig. 5 e 6.)

Queste osservazioni mi pare valgano ad escludere qualunque sospetto sul destino finale del nucleo nella completa involuzione cellulare. Esso vi partecipa, o secondariamente, com'è il caso più ordinario, ovvero inizia il processo distruttivo della cellula.

*Fibre nervose.* — Contrariamente a quelle delle cellule nervose, assai limitate sono le alterazioni, che, dopo la tiroidectomia, è possibile constatare nelle fibre nervose centrali; il che, del resto, s'accorda perfettamente con le cognizioni ancora incomplete, che noi possediamo

sulle forme degenerative in questi elementi dei centri nervosi (Obersteiner<sup>1)</sup>).

Il Vassale<sup>2)</sup> che, dapprima, in una sua pubblicazione s'accordò con Tizzoni e Centanni sulla completa integrità degli organi centrali nervosi nei cani, privati di tiroide, ha potuto anch'egli, posteriormente, ravvisare nella cachessia strumipriva a decorso cronico, alterazioni dei fasci piramidali crociati e ciò egli manifestò, tempo fa, al Prof. Paladino per lettera, dalla quale io riportai la osservazione.

In quanto alla sede, avevo già anch'io rilevato che sono i fasci piramidali crociati quelli prevalentemente affetti. Tuttavia, non mancano esempi di modificazioni patologiche nelle fibre degli altri cordoni della sostanza bianca ed anche nella parte grigia della midolla è possibile rinvenire cilindrassi in preda a degenerazione.

Per i cangiamenti, che quest'ultima v'induce, essi si deformano, sì che si presentano rigonfiati e perfettamente distinguibili da quelli, ancora integri. Questo rigonfiamento, detto anche ipertrofia della fibra nervosa, non è, secondo afferma l'Obersteiner, soltanto espressione di uno stato irritativo.

Nella figura 6, che ritrae un'incipiente degenerazione nucleare, si vede, accanto alla cellula un cilindrasse evidentemente rigonfiato.

I modi, secondo cui questo rigonfiamento succede, son vari, sì che, talora, è un ingrossamento quasi fusiforme, pel quale il cilindrasse va dagli estremi alla parte media, aumentando sempre più di diametro, fino ad accrescerlo di tre o quattro volte, talora invece si ha una forma assai più limitata, per cui si rileva un rigonfiamento sferoidale in un punto della lunghezza di esso, dove che il resto è quasi normale.

Talvolta, invece di uno ve n'ha due di questi rigonfiamenti nodulari e più o meno lontani l'uno dall'altro.

Il contorno del cilindrasse, nel tratto, che conserva il suo calibro normale, ora è regolare, ora lievemente dentato ed esso reagisce assai debolmente ai mezzi di colorazione. Le sezioni trasverse confermano, per la loro parte, queste immagini. Esse, in certi casi, han perduto

<sup>1)</sup> Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane im gesunden und kranken Zustande. Wien. 1892. 2. Aufl.

<sup>2)</sup> Vassale, l. c.

il loro aspetto regolare e presentansi ingrossate notevolmente, deformate in vario senso e spiccano, sempre, con nitidezza, sulle restanti sezioni di fibre nervose, ancora intatte.

Nella fig. 7 è riprodotta una piccola area di sostanza bianca, in cui si constata la contemporanea ed evidente alterazione in parecchi degli elementi costitutivi di quella.

Negli stadi più inoltrati della cachessia, altra forma di lesione, accentuata, com'è naturale, specialmente nella sostanza bianca, è l'atrofia ed il rimpicciolimento dei cilindrassi, sicchè, nelle sezioni trasverse o longitudinali, è grandemente aumentata la sproporzione tra il diametro del cilindro e quello della fibra nervosa. Non è nemmeno rara la intera scomparsa di esso, come si rileva, soprattutto, nei tagli trasversi, in cui evidentemente manca.

Come alterazione atrofica ho anche riscontrato, meno frequentemente però, una incompleta scomparsa della guaina midollare, mentre il cilindrasso era, relativamente, meglio conservato. In certi casi, per effetto di simili modificazioni, il decorso delle radici posteriori nelle corna grige corrispondenti era nitidamente delincato e quelle si seguivano per un certo tratto anche con una lente debole.

### Encefalo.

#### *Midolla allungata.*

Condizioni analoghe alle spinali, sin qui descritte, son quelle, che si rilevano nel bulbo, se si eccettuino le lievi modificazioni, che su di esse induce la costituzione peculiare di questa parte del sistema nervoso, sì che la descrizione, che delle prime ho fatta piuttosto minutamente, mi risparmia una menzione dettagliata dei cangiamenti, che qui si rinvergono.

I disturbi circolatori sono, al pari degli spinali già esaminati, anche qui abbastanza cospicui.

Gli stravasi sanguigni, la dilatazione degli spazi perivascolari, la presenza dei depositi fibrinosi intorno ai vasi, si riscontrano con altrettanta evidenza nel bulbo, tranne che la sede più frequente dell'emorragia è nelle piramidi anteriori, senza che essa sia, per altro, rara in questo o quel nucleo grigio.



Per ciò, che riguarda le forme degenerative degli elementi nervosi, si può dire che esse hanno manifestazioni più nitide e precise, onde meglio che nella midolla spinale, si presentano e l'atrofia e il vacuolizzamento cellulare.

Di quest'ultimo, nel cane No. 6, vissuto, come ho detto 21 giorno, e il cui sistema nervoso, fu fissato al Bicoloruro Mercurico, si riscontrarono esempi abbastanza netti e precisi, che illustrano e avvalorano notevolmente la analoga formazione di vacuoli nelle cellule ganglionari della midolla spinale. Nei preparati, che vi si riferiscono è nitidamente segnata la progressione graduale di simili forme degenerative, che, negli stadi più avanzati, diffondono la cellula in guisa così caratteristica, da farle assumere le più svariate apparenze.

La figura 8 non solo rileva fedelmente la nitidezza e precisione di tali forme degenerative, ma ne pone nel giusto rilievo lo avanzare graduale.

Nella prima di esse (*a*) è rappresentata una cellula, in cui un vacuolo di discrete dimensioni ha invaso gran parte del protoplasma, rispettando il nucleo, che conservasi ancora integro nei suoi caratteri fisici e nella sua reazione al colore. Nell'altra (*b*) la cellula è quasi irriconoscibile, e della sua natura fa fede soltanto la presenza del nucleo, deformato quasi in quell'atteggiamento, che gli permette la ristretta zona protoplasmatica, che ancora rimane.

Nelle altre seguenti avanzano solo lembi di protoplasma, meglio conservato in (*c*), quasi completamente scomparso in (*d*), nella quale ne residua solo un breve strato periferico, che qui non è neppure vivamente intinto, come nelle forme analoghe della midolla spinale.

A mostrare l'atteggiamento speciale, che questa formazione di vacuoli determina nelle cellule, ho voluto far ritrarre le *m*, *n* della figura 9.

In una di esse (*m*), il corpo protoplasmatico è notevolmente disfatto ed irregolare, mentre che solo parte di un prolungamento è tuttavia conservata; nell'altra (*n*), invece, si ha una forma abbastanza caratteristica, nella quale un esteso spazio vuoto sostituisce nucleo e protoplasma a segno, che di quest'ultimo rimane solo la traccia in piccole zolle alla periferia e nel prolungamento, che, col joduro di palladio, apparve grossolanamente granuloso.

L'atrofia, nei casi in cui occorre, è anch'essa ben caratterizzata e le grosse cellule dei nuclei bulbari sono ridotte a proporzioni meschine o scomparse affatto.

Meno frequente m'è parsa la disgregazione granulosa, per la quale posso riferirmi completamente alla descrizione, fattane nel precedente capitolo.

In quanto, poi, alle localizzazioni in questo o quel nucleo grigio non si può parlare con determinazioni in senso assoluto.

Quello, che costantemente presenta indubbie forme degenerative, è il nucleo dell'ipoglosso, ove, accanto a cellule ancora conservate, talune delle quali di dimensioni addirittura gigantesche, si hanno tipici vacuolizzamenti e, nei casi d'atrofia, gli elementi sono in maniera distinta impiccioliti e ridotti.

Seguono a questo, per ordine di frequenza, i nuclei del facciale e del vago; ma non mancano alterazioni, diffuse, qua e là, nei rimanenti nuclei, poichè, come ho detto, non si tratta di un processo circoscritto con speciale predilezione di sede.

Per le fibre nervose, in accordo alla struttura del bulbo, vi si riscontrano le più classiche alterazioni. Specialmente nei tagli, che seguano parallelamente il decorso delle fibre, in queste si notano importanti lesioni. Anche qui si ha l'ipertrofia caratteristica dei cilindrasili, in maniera analoga a quella della midolla spinale. Con maggior frequenza che altrove m'è occorsa, qui, nei casi di atrofia, la formazione di piccoli vacuoli nella spessezza del cilindro, decorra esso isolato o sia ivolto dalla guaina midollare.

La figura 11 nè dà un nitido esemplare ed ivi si può vedere come anche senza il rigonfiamento possa aversi la produzione di piccoli vacui. Ma, senza dubbio, una osservazione assai più speciale è quella, che si può fare sulla fig. 12, nella quale ho fatto ritrarre, con rigorosa fedeltà, un'alterazione, rinvenuta nella midolla allungata del cane No. 5, dopo la colorazione al carminio boracico.

Il cilindrasse decorre, per breve tratto, senza deformazioni del suo aspetto normale, ma ad un certo punto, quasi a livello d'un colletto, si slarga in una formazione caratteristica, che solo può essere intesa perfettamente, osservando la figura. È un atteggiarsi peculiare e questa

parte dilatata ha, in certi punti, quasi apparenza membraniforme, delicata, diafana, come accartocciata sovra sè stessa, in mezzo alla quale spiccano linee sottili più appariscenti. Di là da questa non è possibile seguire il ricostituirsi del cilindro unico e per chi si facesse ad osservare questa immagine soltanto, non sarebbe ingiusto sorgesse il sospetto sulla vera natura di questa formazione. Rappresenta essa realmente una deformità del primitivo cilindrase ovvero si tratta di una cellula intercalata, che per una fase involutiva peculiare abbia assunto quell'aspetto singolare? Benchè io propenda la prima interpretazione, pure confesso che non potrei darne qui una conclusione determinata, stante la grande rarità e la indecisione delle note, con cui si presentano tali formazioni. Un po' più chiara, ma non però completamente persuasiva, è la immagine, che occorre nell'altro caso. Ivi la espansione è analoga a quella, che precede, però meno pronunziata e completa ed oltre di essa il cilindrase riacquista i suoi caratteri morfologici, individualizzandosi come formazione indipendente. La connessione tra le parti non ha bisogno di ulteriore dimostrazione, così nitida com'è nella figura, la quale riproduce esattamente l'immagine microscopica.

Dal semplice appiattimento del cilindro alla sua dilatazione più caratteristica è tutta una serie di forme intermedie, che ne segnano il passaggio graduale, ciò che conferisce, certamente, maggior valore alla interpretazione.

Come manifestazione atrofica di alto grado è frequentissima la sparizione del cilindrase. Specialmente lungo le piramidi anteriori, quando l'atrofia è accentuata, i tagli longitudinali o trasversi fanno notare una diminuzione rilevante nel numero dei cilindrassi, per cui i fasci son costituiti da rade fibre, con larghi interstizii vuoti e di esse talune rimangono ancora integre, altre sono di diametro inferiore al normale.

Nel Ponte di Varolio ho riscontrate egualmente emorragie, dilatazione degli spazi linfatici, nonchè lesioni più o meno evidenti nei vari nuclei grigi. Specialmente accentuata era l'atrofia delle piramidi, che, alle sezioni trasverse, lasciavano osservare notevole comparsa di cilindrassi.

## Cervelletto.

Di alterazioni cerebellari in seguito alla tiroidectomia non s'è fatto cenno, ch'io sappia, dagli osservatori, che m'han preceduto in tali indagini, con che del resto conviene la nozione che i processi degenerativi, atrofici soprattutto, sono tutt'altro che frequenti in quest'organo, dovechè sono frequentissimi nelle altre sezioni dell'asse cerebro-spinale (Schultze <sup>1</sup>).

A dar, tuttavia maggior rilievo alla importanza della funzione tiroidea, per la integrità dei centri, sta l'osservazione, che io ho avuto l'agio di fare sul cervelletto del cane No. 6.

Trattavasi di una forma di alterazione spiccata, la quale, forsanco per la struttura particolare dell'organo, si presentava in guisa da meritare una speciale descrizione.

Macroscopicamente il cervelletto non mostrò nè nel volume, nè nello aspetto delle circonvoluzioni e del verme deviazioni tali, che non potessero spiegarsi con le varietà individuali.

L'esame microscopico, invece, rilevò ben altri rapporti intimi di costituzione e affatto differenti dai normali.

E cominciando dai disturbi circolatori, s'ha a notare frequentissimo il fatto delle emorragie capillari. Con grande prevalenza, esse avevano sede fra gli strati della corteccia cerebellare e, fra questi, in quello delle cellule piriformi, ove, del resto, esse frequentemente accadono (Obersteiner).

Tuttavia, non erano rare negli altri strati ed, in qualche caso, occorreano anche nella sostanza bianca. Il sangue fuoruscito o si espandeva nello strato delle cellule di Purkinje, senza quasi disturbare gli altri due strati contigui, ovvero, quand'era in maggior copia, invadeva anche questi strati e specialmente quello dei granuli, comprimendone e pestandone gli elementi.

Avviene, massime quando si cade sui vasi, parallelamente al loro corso, che il sangue, diffondendosi lungo lo spazio perivascolare, si estende in quasi tutt'i tre strati della corteccia.

---

<sup>1</sup>) Schultze, Ueber einen Fall von Kleinhirnschwund im verlängerten Mark und im Rückenmark etc. Virchow's Archiv. 1887. Bd. CVIII. p. 331.

Il *Corpo dentato* presenta anch'esso versamenti ematici, i quali, dato il diametro dei vasi, sono anche più importanti che nella corteccia.

La dilatazione degli spazi perivascolari è, in quest'organo, anche più accentuata che nella midolla ed, oltre a ciò, si rileva un decorso lievemente serpentino dei vasi, che in linea retta dalla superficie s'addentrano fin nello strato delle cellule di Purkinje.

Questo reperto è, come vedremo, del pari frequente, nel cervello.

Ma, oltre a questi disturbi, è, soprattutto, notevole l'atrofia che affetta la corteccia nel suo strato più importante, cioè in quello delle cellule di Purkinje, le quali, per giunta, si sa, sono meno disposte ai processi degenerativi, che non, per es., le cellule corticali del cervello.

Non è che gli altri strati sieno perfettamente integri, ma essi, di certo, richiamano assai meno l'attenzione, fort'anco per la loro costituzione speciale.

Prescindendo da quella forma di atrofia semplice, per la quale le grosse cellule piriformi, restringendosi sempre più nei loro limiti, si riducono di volume, in maniera analoga a quella già descritta per le precedenti parti, giova richiamare l'attenzione su di un'apparenza, che esse possono presentare.

Cominciano, dapprima, a reagire assai debolmente ai mezzi di colorazione, si che col carminio boracico rimangono sempre molto pallide, per quanto lunga sia stata la durata della imbibizione e benchè si sia usato come fissatore il Bicloruro Mercurico.

Corrispondentemente a questa pallidezza, le cellule s'inturgidiscono, arrotondando i loro limiti e si differenziano perfettamente da quelle che ancora serbano normali le dimensioni.

Progressivamente, s'inizia l'alterazione intima del protoplasma, per la quale quest'ultimo presenta come una rarefazione, che dapprima è limitata alla parte profonda del corpo cellulare, ossia a quella parte, che è coniugna allo strato dei granuli ed, in seguito, si diffonde al resto del protoplasma, non esclusi i prolungamenti, che s'addentrano nello strato molecolare soprastante.

Per questa rarefazione, naturalmente, il corpo cellulare si disfà e a poco a poco scompare, lasciando in sua vece un residuo minutissimo indefinibile.

Questi incontri sono frequentissimi e diffusi per buona parte dei rami dell'*arbor vitae* e sono egualmente dimostrabili con tutte le colorazioni, che io ho usate; ond'è che si esclude sicuramente che possa trattarsi di prodotti, dovuti ad artificio di qualsiasi specie.

Dall'esordire del processo fino alla completa sparizione del protoplasma si hanno tutti gli stadi intermedi.

Nella figura 14, qui addotta, è evidentissima questa forma di rarefazione, che è sorpresa nei suoi momenti più importanti.

Vi si vedono cellule, in cui si può riconoscere ancora un avanzo di protoplasma ben conservato intorno al nucleo e nei prolungamenti (*a*, *b*) ed altre, in cui il corpo protoplasmatico è anche più disfatto.

Una contemporanea osservazione permette il disegno, relativamente al nucleo, il quale, mentre la cellula va in distruzione, si riduce mano a mano di volume fino a perdere quasi due terzi del suo diametro, spostandosi anche un poco, come pare, verso la radice dei prolungamenti, che si dirigono nello strato molecolare soprastante.

Quando il protoplasma ed il nucleo sono disfatti, della cellula residua solo la lacuna, che, per la sua sede, si rivela come nicchia di un elemento piriforme.

Mi pare che non occorran ulteriori dettagli a far risaltare tutta la importanza delle alterazioni rinvenute e devo solo ricordare che in queste cellule le forme di vacuolizzazione occorrono assai di rado.

Nel corpo dentato, mentre non mancarono forme degenerative negli elementi cellulari, esse non sono paragonabili a quelle corticali.

Nella sostanza bianca ho osservato soltanto un assottigliamento cospicuo dei cilindrassi, che rendeva lo intreccio delle fibre assai meno fitto del normale.

#### Cervello.

La descrizione delle lesioni cerebrali può essere qui fatta sommariamente, dopo ch'io mi sono più tosto a lungo indugiato nei precedenti paragrafi, perocchè esse, tranne il carattere, locale, non si allontanano gran fatto dalle altre, sin qui ricordate.

All'apertura del cranio si notò iniezione accentuata dei seni venosi e dei vasi della pia meninge, senz'asimmetria o deformazione di sorta negli emisferi cerebrali.

La sezione del cervello mostrò stasi venosa n'è corpi striati e talami ottici, specialmente nei cani No. 3 e 4.

Per ciò, che riguarda l'osservazione microscopica, mi son limitato alle circonvoluzioni frontali, occipitali e, infine, anche a quelle, che si trovano intorno alla scissura del Silvio, e che nel cane, secondo la nomenclatura di Ellenberger e Baum<sup>1)</sup> sono conosciute col nome di *gyrus sylviacus anterior et posterior*.

In un sol caso ho esaminato le sezioni in serie di tutto un lobo frontale, nè ho poi trascurato, nei vari casi, la ricerca dei nuclei grigi centrali, parendomi che anche questa dovesse aver la sua importanza.

Cominciando dalla circolazione sanguigna, si può dire, in generale, che essa qui è disturbata assai precocemente, nel senso che soprattutto di emorragie se ne trovano, negli strati della corteccia, assai più numerosi ed importanti che non nella corrispondente midolla spinale. Nel cane No. 1, per esempio, trovai versamenti di sangue, cospicui per numero ed estensione, dovechè nella midolla dello stesso cane, pur non mancando, vi si rinvennero assai meno abbondanti ed estesi. La sede più ordinaria di queste emorragie è la corteccia cerebrale, senza predilezione in questo o quell'altro strato, ma non ve n'è difetto assoluto nella sostanza midollare e talora anche sotto la meninge si trovano, in gran numero, globuli effusi.

La dilatazione degli spazi linfatici perivasculari raggiunge nel cervello la sua più alta espressione e, massime nei cani 5 e 6 ne ho rinvenuti esempi nitidissimi.

La figura 15 è destinata a mostrare quale grande sproporzione esista tra il diametro del vase e quello della lacuna circostante, senza che in questa si possa notare, per l'ordinario, alcun contenuto formale. In alcuni rari casi, vi si trovano globuli rossi di sangue, già disfatti od ancora normali.

Nelle sezioni longitudinali dei vasi, gli spazi circostanti sono, per la maggior parte, uniformemente dilatati ed in mezzo ad essi spicca chiaramente il decorso tortuoso dei vasi, che si addentrano dalla meninge, quelli cioè nutritivi della corteccia grigia e della sostanza midollare sottostante (Duret).

<sup>1)</sup> Ellenberger und Baum, Anatomie des Hundes. Berlin 1891.

Per questa dilatazione delle lacune linfatiche si ha l'apparenza dell'*état criblé*, caratteristico dei casi avanzati di atrofia.

In quanto ai cangiamenti cellulari, si riscontrano forme degenerative più progredite, ma meno varie che altrove. Il numero delle nicchie cellulari vuote è, senza dubbio, notevolmente più grande di quello della midolla spinale ed allungata, perocchè di buona parte delle cellule è scomparsa ogni traccia.

Nè vari casi d'atrofia, i diversi strati della corteccia mostrano tutti evidentemente una riduzione di dimensioni nei loro costituenti, la quale può raggiungere gradi rilevanti. Le grosse cellule piramidali, anche tenendo conto della loro non uniforme distribuzione, si vede che sono molto diminuite per numero e di quelle, che ancora rimangono, parecchie sono più o meno profondamente alterate.

Nella figura 16 sono rappresentate, come si scorge, due elementi piramidali del quarto strato della corteccia nella circonvoluzione sigmoidea del cane No. 6, dopo l'uso del joduro di palladio. La reazione di questo sale, costantemente caratteristica per gli elementi normali è qui quasi nulla pronunziata. Il protoplasma di queste cellule, nel maggior numero dei casi si presenta in gran parte disfatto; appena ne rimane un avanzo irregolare nei dintorni del nucleo, anch'esso con note degenerative più o meno spiccate. In effetti, dove che d'ordinario col trattamento al joduro di palladio risalta nitidamente con colorazione intensa ed omogenea, appare qui poco o nulla intinto non solo, ma evidentemente alterato nella sua struttura, sì che in una cellula (*a*) si distingueva a gran pena soltanto con un minuto esame, nell'altra (*b*) senza essere meglio visibile si mostrava parzialmente deformato; note queste tutt'altro che ordinarie e frequenti ad essere rilevate. E, come queste ritratte, occorrono in gran numero le cellule, che han perduto i loro caratteri a segno da non essere più riconoscibili, quando, come ho detto, non sieno addirittura scomparse, senza lasciare altra orma che la lacuna ove erano contenute.

La lettera *c* della stessa figura rappresenta una cellula con un vacuolo che non ha ancora alterato tutto il protoplasma e questo esemplare è stato il solo, che mi sia occorso in parecchie serie di tagli del gyrus sigmoides, appartenente al cervello di questo cane No. 6.



Vi erano, inoltre, dei casi, in cui nella cellula pallida e disgregata si vedea spiccare solo il nucleolo, mentre il nucleo non era visibile, nè l'assenza di quest'ultimo si può spiegare ammettendo che esso sia stato dal protoplasma nascosto come avviene talora nelle grosse cellule (Obersteiner), perocchè queste erano nelle condizioni meno opportune per una simile apparenza; come, egualmente, la presenza del nucleolo esclude che il nucleo non si presenti all'osservazione perchè non compreso nel taglio.

Più frequenti dell'ordinario, in un altro cervello, mi son parse le cellule con doppio nucleo, le quali, com'è noto, si trovano spesso nel simpatico.

Le fibre nervose sono, in massima parte, rimpicciolite ed atrofiche, così quelle che attraversano la corteccia, come le altre, che costituiscono la sostanza midollare, ond'è che i fasci da esse formati hanno aspetto più diradato. La sparizione dei cilindrassi, che è qui, quando s'incontra, nelle maggiori proporzioni, è anche meglio confermata nei tagli trasversi, in cui si notano piccoli vuoti, dipendenti, senza dubbio, dalla scomparsa degli elementi, che ne occupavano la sede.

Nel *corpo striato e talamo ottico* non si hanno caratteri speciali importanti, onde nella descrizione comune rientrano sia i disturbi circolatori, tra i quali, però, meno frequenti le emorragie, sia le alterazioni degli elementi nervosi.

Noto, infine, la presenza in questi nuclei grigi e nel restante cervello di spazi vuoti, che raggiungono dimensioni discrete, in alcuni dei quali si scorgono ancora brani di tessuto in via di disfacimento<sup>1)</sup>.

### § 3.

#### Alterazioni del Sistema nervoso periferico Radici spinali.

Non son numerosi i casi di alterazioni nei tronchi nervosi periferici, in seguito alla tiroidectomia e si possono soltanto ricordare le

<sup>1)</sup> Nel correggere queste bozze di stampa parmi utile aggiungere che, recentemente, cavità analoghe a queste, da me rinvenute nel cervello, ha il Pisenti constatato (Arch. d. Biol. Mai 1894) nella mid. spinale di cani, sopravvissuti lungamente alla tiroidectomia. D'accordo, in massima, circa le lesioni nei centri, egli parla di cavità siringomielitiche e le ritiene secondarie all'emorragie dal Lupò e da me riscontrate nei rami dell'art. sulco-commissuralis.

osservazioni di Albertoni e Tizzoni<sup>1)</sup> e quelle ultime recentissime del Langhans<sup>2)</sup> e Kopp<sup>3)</sup>. I due primi portarono il loro esame sullo sciatico, sul plesso brachiale, sul vago e sopra altri nervi del collo, rinvenendovi alterazioni sia nella guaina midollare, sia nel cilindrasse, sia, infine, nel connettivo interstiziale. Secondo essi credettero, le lesioni dei nervi muscolari sarebbero state prodotte da compressione per aumento in dimensione dei muscoli negli accessi convulsivi, da influenze operatorie, invece, quelle dei nervi del collo. Del reperto speciale, descritto da Kopp e Langhans, ho già dato un cenno, che bassa a dichiararlo nei punti essenziali, allorchè ho esposta la bibliografia.

Sulle radici spinali, adunque, non si hanno osservazioni, che le riguardino nel periodo postoperatorio, se non quell'una negativa del Langhans, che le ha esaminate senz'alcun risultamento.

Tuttavia, le lesioni, che io ho riscontrate in questi tronchi nervosi la cui importanza non è, certamente, inferiore a quella di alcuno dei diversi nervi periferici, mi pare meritino bene di essere ricordate accanto a quelle importantissime, rilevate nei centri.

Ho esteso le mie ricerche a quanti più tronchi ho potuto, scegliendoli tra quelli della cauda equina, tra le radici, che emanano direttamente dal rigonfiamento lombare, dal cervicale ed anche tra quelle del segmento dorsale della midolla.

Per tale esame non mi sono che in pochi casi servito della dissociazione, perchè poi non mi fosse poi sorto il dubbio di deformazioni artificiali; ed ho cercato, perciò, di ottenere esemplari, in sezioni longitudinali e trasverse, con l'uso quasi esclusivo del microtomo, senza celare che, frequentemente, ho anche potuto fare preziose osservazioni sui fasci nervosi, di cui occorrono sezioni accanto a quelle del midollo spinale. Le fibre nervose, per l'ordinario, sono affette nella loro parte essenziale, cioè nei cilindrassi, i quali presentano svariatisimi stati di alterazioni. Sui tagli, che incontrano trasversalmente il fascio nervoso, ho, con la più grande frequenza, osservato, accanto a sezioni di fibre ancora perfettamente integre, altre, in cui non più era possibile ri-

<sup>1)</sup> Albertoni e Tizzoni, l. c.

<sup>2)</sup> Langhans, l. c.

<sup>3)</sup> Kopp, l. c.

conoscere l'atteggiamento ordinario. In alcuni casi, la sezione del cilindrase era notevolmente impicciolita, sì da alterare il rapporto normale tra il suo diametro e quello di tutta la fibra; in altri si mostrava rigonfiato fino a raggiungere il doppio o il triplo del suo calibro ordinario. Talvolta, il dischetto centrale caratteristico non era più a contorni regolari, ma dentato, angoloso con sporgenze e depressioni e queste ultime, accentuandosi, lo difformavano in modo irricognoscibile.

Queste apparenze erano, talune volte, mentite da sezioni più o meno oblique di fibre, sicchè il cilindrase non più reciso normalmente alla sua lunghezza, perdeva l'aspetto suo proprio.

Nondimeno, con un attento esame si riusciva sempre e perfettamente a sceverare le false immagini da quelle, che sono la espressione reale di cangiamenti patologici e a dar maggior valore al trovato si hanno le sezioni longitudinali delle fibre.

Nei tagli, che riguardano specialmente i fasci della cauda equina e quelli, che emanano da'rigonfiamenti cervicale e lombare, si hanno apparenze di cilindrassi rigonfiati, che talora raggiungono proporzioni considerevoli. Quelli, che nelle sezioni trasverse apparivano come blocchi informi, in mezzo a sezioni di fibre, meno affette e deformate, si rivelano, in lunghezza, come altrettanti ingrossamenti dei cilindri, che con limiti precisi, ma senza dimensioni determinate spiccano lungo i fasci di fibre. Sono dei rigonfiamenti quasi omogenei, che occupano tutto il diametro della fibra e possono anche fare sporgenza oltre di questa. La loro frequenza è rilevante, com'è caratteristica l'apparenza, che forniscono e, fra essi, ve n'ha altri meno accentuati e, financo, talune fibre normali, sebbene il numero di queste ultime è assai variabile.

Nella figura 17 sono ritratti due di questi rigonfiamenti, i quali sono abbastanza regolari e vanno man mano scemando verso il normale. La evidenza della figura mi risparmia ulteriori particolari di descrizione.

Negli stadi più avanzati, ai quali corrisponde l'atrofia maggiore nei centri, anche le fibre sono, progressivamente, in preda a più profonde alterazioni.

La figura 18 rappresenta una parte della sezione trasversa di un fascio nervoso ed essa è ritratta a forte ingrandimento, per porre

in opportuno rilievo i cangiamenti intimi di struttura, che sono avvenuti nelle fibre. In molte sezioni trasverse mancano, come vedesi, le parti centrali, rappresentanti i cilindrassi, in altri questi sono sostituiti come da cumuli di minuti corpicciuoli, da granuli, che han perduto la individualità e del cilindrasse preesistente ricordano solo la sede. In molte fibre essi sono più numerosi e riempiono tutto lo spazio circoscritto dai limiti di queste. In alcune delle quali si vede soltanto la sezione del cilindro, che è anche, in certo modo, alterata.

L'epinevro e il perinevro, in alcuni casi, mi sono parsi alquanto più ispessiti del normale.

Avrei voluto che, allo stesso ingrandimento, fosse rappresentata tutta intera la sezione del fascio nervoso, per far meglio risaltare le differenze relative alle rimanenti fibre che completano il fascio; ma avrei troppo aumentate le dimensioni della figura.

In ogni modo, mi pare che, così com'è, essa possa dare un concetto fedele di ciò che è l'alterazione in questi tronchi nervosi, che sinora o sono stati trascurati nello esame, ovvero non han fornito pruova alcuna di lesioni (Langhans<sup>1</sup>).

Cito in ultimo, perchè l'ho notata una sola volta, l'osservazione di un taglio di radici spinali lombari, in cui, distrutte le fibre, si trovavano globuli di sangue, sparsi al posto di quelle e tale immagine si estendeva per 3 o 4 tagli successivi.

Sulla interpretazione di questi dati non mi pare che si possano sollevare dubbi. La evidenza delle alterazioni è così peculiare, che mi sembra possa escludersi qualunque artificio, il quale, d'altronde, è stato diligentemente evitato in tutte le manovre di tecnica. Certamente, non si tratta qui delle conseguenze di distensione sui tronchi nervosi, la quale, in ogni modo, dovrebbe essere stata prodotta al momento della preparazione e perciò dovea dare effetti immediati. Se non che, di questi ho voluto anche tener conto ed ho trascurato di descrivere tutte le modificazioni svariate, che si notavano nel decorso dei cilindrassi, quali quello a spirale, a zigzag, che, sebbene sempre meno accentuato di quel che io ho visto, è stato descritto nelle distensioni sperimentali.

<sup>1</sup>) Langhans, l. c.

## § 4.

## Conseguenze della tiroidectomia nei conigli. Esame del sistema nervoso.

I conigli, al pari di altri roditori, soccombono non meno dei cani alla tiroidectomia totale.

L'antica opinione, lungamente dominante, che il diverso regime alimentare creasse nell'organismo di questi erbivori una tal quale refrattarietà a risentire gli effetti della soppressa funzione tiroidea, non ha più ragione d'essere invocata; perchè non vi ha dubbio alcuno che la sopravvivenza, nei casi in cui è stata riscontrata va messa sul conto di cagioni, punto in rapporto con l'alimentazione o con la resistenza naturale del coniglio.

A questi risultati, che mi era riuscito raggiungere, siccome ho detto innanzi, fin da' miei primi esperimenti, è venuto anche il Gley<sup>1)</sup> con una serie di lavori, pubblicati a brevi intervalli.

Il modo, pertanto, ond'essi risentono gli effetti della soppressa funzione delle glandola è differente da quello, osservato nei cani, nè io intendo trattenermi molto su questa sintomatologia, perocchè, come ho detto a proposito de'cani, tale argomento tratterò in altra occasione.

Ho in animo, invece, di fermare l'attenzione degli sperimentatori sopra una forma di lesione pulmonare, con la quale muoiono, nella gran maggioranza dei casi, i conigli tiroidectomizzati.

Di tale lesione io mi trovo d'aver già fatto cenno in una nota preliminare, alla quale seguirà un più largo studio sovra indagini comparative dal punto di vista etiologico ed isto-patologico della pneumonite dei conigli stiroidati e quella da vagotomia<sup>2)</sup>.

Allora io, dopo aver riconosciuto che l'asportazione delle tiroidi ha per i conigli conseguenze mortali, scrivevo:

„In essi, però, a parte le importanti lesioni negli organi centrali nervosi, si determina nella grandissima maggioranza dei casi una forma di lesione pulmonare, che non potea passare inosservata.“

---

<sup>1)</sup> Gley, l. c.

<sup>2)</sup> Capobianco, La pneumonite da tiroidectomia e quella da recisione del vago nei conigli. Nota. Rif. Medica. 1893. n. 166.

E più giù: La pneumonite è tale che da sè sola sarebbe bastevole a produrre la morte, sicchè é lecito supporre che le lesioni centrali, ove quella non intervenisse, raggiungerebbero stadi ancora più avanzati.

Di 30 conigli, operati di tiroidectomia bilaterale, 27 morirono tra 25—27 giorni, e tre di essi soltanto sfuggirono alla morte ordinaria cioè per pneumonite.

La pneumonite nei conigli, in cui è stata notata, è frequentemente bilaterale ed occupa uno o due lobi di entrambi i lati; in pochi casi affetta un lato solo.

La forma, sotto la quale essa si presenta, è qualche cosa d'intermedio tra la pneumonite catarrale e la fibrinosa dell'uomo.

(Cont.)

## Nouvelles universitaires.\*)

Der Professor der Histologie und Embryologie an der böhmischen Universität in Prag Dr. J. Janošik, ist zum ordentlichen Professor der descriptiven Anatomie daselbst ernannt worden.

Der Professor der Anatomie Paul Albrecht in Hamburg ist am 15. September zufolge eines Selbstmordversuches, 43 Jahre alt, daselbst gestorben.

Der Assistent am anatomischen Institut in Strassburg i. E. Dr. H. Hoyer, ist zum ausserordentlichen Professor der vergleichenden Anatomie zu Krakau ernannt worden.

\*) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans les facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel“ les fera connaître dans le plus bref délai.



JAN 8 1895

(Aus dem Institut für allgemeine Pathologie der Universität in Turin —  
Prof. Bizzozero.)

## Ueber die Entwicklung der Schleimzellen des Magendarmkanales

von

Dr. C. Sacerdotti,

Assistent.

(Mit Tafel XXIV.)

Ueber die Schleimzellen des Magendarmkanales sind sehr viele Arbeiten erschienen, und einige Forscher sind noch immer der Meinung, dass die Schleimzellen von den Protoplasmazellen abstammen und sich wieder in diese umbilden können; die Schleimabsonderung würde also nach der Meinung dieser Autoren keine beständige, sondern nur eine transitorische Function darstellen.

Bizzozero hat in seinen Arbeiten über die schlauchförmigen Drüsen des Magendarmkanales<sup>1)</sup> auch diese Frage zum Gegenstand eingehender Untersuchungen bei verschiedenen Tierklassen gemacht, und durch einen sehr überzeugenden Beitrag die Anschauung gestützt, *dass die Schleimzellen gänzlich unabhängig sind von den anderen, zu einer ganz andern Function bestimmten Zellen des Darmes.*

Er hat in der That nachgewiesen dass: „es für die Schleimzellen specielle Erzeugungsherde giebt, die, wie bei den Batrachiern in der Tiefe der Epithelschicht (eventuell der von ihr ausgehenden Sprossen), so bei den Säugetieren im Blindsack der schlauchförmigen Drüsen

<sup>1)</sup> Bizzozero, Ueber die schlauchförmigen Drüsen etc. Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. XXXIII, XL, XLII.

ihren Sitz haben. Von hier abgehend und dem Schlauch entlang allmählich weiterrückend, gelangen sie zuletzt auf die Oberfläche der Schleimhaut <sup>1)</sup>.“

Er konnte ferner schliessen dass: „die Schleimzellen von Beginn ihres Daseins an functionieren, d. h. auch schon dann, wenn sie aus der Mitose einer präexistierenden Zelle ihren Ursprung nehmen; sie ergiessen ihr Secret in das Drüsenlumen, wenn sie noch im Blindsack der Drüse liegen und fahren fort Secret abzusondern auf dem ganzen Wege, den sie den Wänden des Schlauches entlang zurücklegen und wenn sie an die freie Oberfläche des Darmes gelangt sind. Ihre Functionsthätigkeit wird je nach den Bedingungen, in denen sich die Schleimhaut, der sie angehören, befindet, eine mehr oder weniger grosse sein; aber dass sie alle functionieren, erhellt daraus, dass man in den Präparaten ein Schleimtröpfchen aus ihrem freien Ende austreten oder ihr Secret sich direct in das das Lumen von einem zum andern Ende der Drüse ausfüllende Secret fortsetzen sieht <sup>2)</sup>.“

Bizzozero bemerkt übrigens, dass sowohl die Protoplasma- als die Schleimzellen von indifferenten Elementen abstammen müssen, da „im Darm des Embryo nur Protoplasmazellen vorhanden sind, die Schleimzellen also aus einer später stattfindenden Differenzierung einiger derselben hervorgehen müssen <sup>3)</sup>.“

Es erschien deshalb geboten, die Entwicklung der Schleimzellen während des intrauterinen Lebens zu studieren, um so mehr als hier die Verhältnisse viel einfacher sind als beim ausgewachsenen Tiere und man also hoffen durfte, die Entwicklung leichter verfolgen und die verschiedenen Phasen und eventuellen Cyklen dieser Zellen genauer beobachten zu können.

---

Auf die Anwesenheit von Schleimzellen im Darm der Tiere während des embryonalen Lebens wies Patzelt <sup>4)</sup> in seiner Arbeit über die Ent-

---

<sup>1)</sup> Bizzozero, op. cit. Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. XLII. pag. 140.

<sup>2)</sup> Bizzozero, op. cit. Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. XLII. pag. 143.

<sup>3)</sup> Bizzozero, op. cit. Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. XLII. pag. 144.

<sup>4)</sup> V. Patzelt, Ueber die Entwicklung der Dickdarmschleimhaut. Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. 1882. Bd. LXXXVI. Heft 4.



wicklung des Dickdarmes hin; doch beschäftigte er sich nicht eingehend mit ihnen und meinte, dass sie nach Bereitung und Absonderung des Schleimes wieder zu hellen Zellen werden. Hoyer<sup>1)</sup> fand dieselben in grosser Menge bei reifen Meerschweinchenfoeten, aber auch er machte sie nicht zum Gegenstand eingehender Untersuchung.

Ich machte meine Untersuchungen zuerst an Kaninchen und Meerschweinchen, aber bald zog ich denselben den Rindsfoetus vor, weil ich bemerkte, dass der Schleim bei diesem glänzendere Färbungen annimmt. Ich lenkte meine Aufmerksamkeit auf den Pylorus, das Duodenum, auf verschiedene Abschnitte des Leer- und des Krummdarmes und auf das Rectum.

Von den verschiedenen zur Untersuchung der Schleimzellen empfohlenen histologischen Methoden zog ich die von Bizzozero befolgte vor, d. h. ich fixierte in Hermann'scher Flüssigkeit, färbte mit Haematoxylin und Safranin, und wusch darauf in mit 0,5% Chlorwasserstoffsäure versetztem Alkohol.

Bei dieser Methode treten die durch das Safranin rot gefärbten Mitosen sehr deutlich hervor und erhält die Schleimsubstanz durch das Haematoxylin beständig, und nur sie allein eine blauviolette Färbung. Von dieser charakteristischen Affinität des Haematoxylins zu Schleimsubstanzen die der Einwirkung Hermann'scher Flüssigkeit ausgesetzt worden sind, kann man sich leicht überzeugen, wenn man so erhaltene Präparate mit Gewebsstücken vergleicht, die in Alkohol oder Pikrinsäure fixiert und mit Safranin gefärbt wurden, welches letztere mit dem Schleim die bekannte gelbe Metachromasie giebt. Und diese spezifische Färbung erhält man mit dem Haematoxylin nicht nur bei den Schleimzellen des Darmes, sondern auch in anderen, sowohl normalen als pathologischen Geweben und Organen. Ich fixierte z. B. embryonales Bindegewebe, Wharton'sches Gallertgewebe, Knorpel, Myxome in Hermann'scher Flüssigkeit, färbte diese Präparate dann mit Haema-

<sup>1)</sup> H. Hoyer, Ueber den Nachweis des Mucins im Gewebe mittels der Färbmethode. Archiv f. mikr. Anatomie. 1890. Bd. XXXVI.

toxylin und wusch sie in mit Chlorwasserstoffsäure versetztem Alkohol, — und sah nur jene Teile blau gefärbt, die auch bei den anderen bekannten chemischen Reactionen die Anwesenheit von Schleim offenbarten.

---

### Pylorus.

Das Epithel der Pylorusschleimhaut eines Rindsfoetus von 10 cm Länge (Taf. XXIV. Fig. 1) weist an seiner ganzen Oberfläche Erhebungen und Senkungen auf; in einige Erhebungen sieht man einen Bindegewebszapfen dringen; im allgemeinen jedoch gewahrt man nur Andeutungen von einem Vordringen des Bindegewebes. Die auf den Erhebungen befindlichen Zellen sind protoplasmareicher als die in den Senkungen gelegenen, und diese letzteren weisen an ihrem freien Rande ein Schleimklümpchen auf; bei beiden Zellenarten sind Mitosen häufig (Fig. 1 *a*). Beim 14 cm langen Rindsfoetus (Fig. 2) sieht man, dass die Erhebungen und Senkungen sich ausserordentlich entwickelt haben und dass bei allen Zellen, die sämtlich fast cylinderförmig sind, — die in den Senkungen gelegenen sind die kürzeren, und die die Erhebungen bekleidenden nehmen, je weiter nach oben man geht, an Länge zu, — das dem Lumen zugekehrte Drittel ihres Körpers von einem sehr deutlichen und gut begrenzten Schleimklümpchen eingenommen wird. Die Mitosen finden sich fast ausschliesslich in den Senkungen, und hier lässt sich leicht erkennen, dass die in Mitosis begriffenen Zellen Schleim enthalten (Fig. 2 *a*). Das Aussehen dieses Epithels erinnert so an das die Magengrübchen beim ausgewachsenen Tiere bekleidende Epithel.

---

### Duodenum.

Beim Duodenum eines 7 cm langen Rindsfoetus (Fig. 3) sind die Epithelzellen so zusammengelagert, dass sie grobe Zotten bilden; denn bei Querschnitten gewahrt man Zellenhaufen, die durch enge, nur eine Epithelschicht mit grossem Kern und spärlichem Protoplasma aufweisende, Einsenkungen von einander getrennt sind. In dieser Periode

trifft man überall sehr zahlreiche Mitosen an. Schleimzellen sind schon vorhanden, wenn auch in sehr spärlicher Zahl, und dieselben weisen eine ziemlich grosse Menge Schleim von deutlich granulösem Aussehen auf (Fig. 3 a). Diese Elemente finden sich unregelmässig zerstreut, und da in den dem Bindegewebe benachbarten Schichten bisweilen Zellen, die einige Schleimkörnchen enthalten, angetroffen werden, ist es wahrscheinlich, dass diese Elemente, nachdem sie sich in den tiefen Schichten differenziert haben, gegen die Oberfläche vorrücken und während ihres Vorrückens fortfahren, Schleim zu bereiten.

Beim 8 cm langen Foetus (Fig. 4) ist die Anordnung der Epithelzellen eine viel gleichmässiger: es werden kleine Zotten angetroffen, von denen nur einige mit einer kurzen Bindegewebsaxe versehen sind. Die die Zotten bildenden Zellen haben ein ganz anderes Aussehen als die in den Senkungen gelegenen. Sie sind länger, keulenförmig, der Kern ist bei ihnen im dickeren Teile gelegen, und mit ihrem dünneren Teile sitzen sie dem Bindegewebe auf; einige von ihnen enthalten ein Schleimklümpchen, das im Aussehen und im Färbungsverhalten dem schon beim 7 cm langen Foetus beschriebenen sehr ähnlich ist. Sowohl bei den hellen Elementen *als bei den schleimbereitenden* werden karyokinetische Figuren angetroffen (Fig. 4 a). Die in den Senkungen gelegenen Zellen haben die Form einer abgestutzten Pyramide, sind kurz und enthalten alle an ihrem dem Lumen zugekehrten Ende Schleimtröpfchen, die, mit Haematoxylin behandelt, eine sehr helle und glänzende blauviolette Farbe annehmen (Fig. 4 b). Auch bei ihnen sind karyokinetische Figuren sehr häufig (Fig. 4 c).

Beim 10 cm langen Rindsfoetus (Fig. 5) sind die Zotten grösser, länger, die Schleimzellen haben an Zahl zugenommen, und auch die Schleimmenge ist in den die Fornices zwischen einer Zotte und der anderen auskleidenden Elementen, und besonders in den am tiefsten gelegenen, eine grössere. Hier kann man deutlicher erkennen, dass die Schleimzellen der Zotten sich in der Nähe des Bindegewebes zuerst bilden und in der Folge gegen die Oberfläche vorrücken, denn hier sieht man solche Zellen in verschiedenen Tiefen und kann wahrnehmen, dass die am tiefsten gelegenen kleiner sind und nur wenig Schleimsubstanz enthalten (Fig. 5 a).

Beim 14 cm langen Foetus (Fig. 6) sind die Zotten sehr entwickelt und haben sich die zwischen ihnen bestehenden Fornices so in das darunter liegende Bindegewebe vertieft, dass man von wirklichen Drüseneinsenkungen sprechen kann. Dieselben haben ein fast ausschliesslich schleimbereitendes Epithel; die Zellen enthalten um so mehr Schleim, je tiefer sie gelegen sind, die jüngsten befinden sich also am Drüsenhals. Die Epithelzellen der Zotten sind nicht mehr keulenförmig, sondern cylinderförmig; die Zotten enthalten eine gut entwickelte Bindegewebsaxe. Die die Zotten begleitenden protoplasmatischen Epithelzellen sind schon an der freien Oberfläche von einem gut sichtbaren gestrichelten Saum begrenzt. Zwischen ihnen werden Schleimzellen in ziemlich grosser Menge angetroffen, und zwar finden sich die am meisten entwickelten auf dem Gipfel derselben und die weniger entwickelten an der Grenze zwischen ihnen und den Drüseneinsenkungen. Aber auch die jüngsten Elemente unterscheiden sich in der Form sowie im Aussehen der in ihnen enthaltenen Schleimsubstanz deutlich von den den Drüsenblindsack bildenden Schleimzellen (Fig. 6). In dieser Periode hat sich die Schleimzellenbildung schon in dem niedrigsten Teile der Zotte localisiert; denn bei den Schleimzellen des mittleren und des hohen Zottenteils werden keine Mitosen angetroffen.

Schon bei Untersuchung des Duodenum eines 14 cm langen Foetus hatte ich die Anschauung gewonnen, dass jene Drüseneinsenkungen die Einleitung zur Bildung der Brunner'schen Drüsen seien, deren erste Andeutung schon beim 8 cm langen Foetus in den den Raum zwischen einer Zotte und der andern einnehmenden Zellen gegeben sein dürfte. Diese Anschauung fand ich vollkommen bestätigt bei Untersuchung des Duodenum eines 26 cm langen Rindsfoetus und beim Vergleich dieser in der Entwicklung begriffenen Zwölffingerdärme mit dem Duodenum eines etwa drei Monate alten Kalbes.

Beim 26 cm langen Foetus münden zwischen einer Zotte und der andern wirkliche Drüsen mit gewundenem Verlauf aus, die bei Querschnitten in verschiedenen Richtungen durchschnitten erscheinen (Fig. 7 a). Am Drüsenhals finden sich, wie beim 14 cm langen Foetus, jedoch viel deutlicher hervortretend, die Entwicklungsformen sowohl der Drüsen-

als der die Zotten bekleidenden Elemente. Hier tritt der Unterschied zwischen den beiden Zellenarten sehr deutlich hervor und lässt sich gut erkennen, dass vom Drüsenhals so zu sagen zwei Strömungen ausgehen: die eine nach der Zotte, die andere nach dem Bindegewebe der Schleimhaut gerichtet. Denn am Drüsenhals finden sich karyokinetische Figuren in grosser Menge, und ausserdem sind die Elemente in den tiefer gelegenen Abschnitten der Drüsen, obgleich sie ihre Reproduktionsfähigkeit noch bewahren (denn auch in den tieferen Teilen der Drüsen sind die Mitosen nicht spärlich [Fig. 7 b]), deutlicher differenziert und enthalten viel körnigen Schleim, der durch Haematoxylin eine glänzende Färbung erhält; kurz und gut, im Aussehen und im Färbungsverhalten gleichen diese Elemente den Zellen der Brunner'schen Drüsen beim drei Monate alten Kalbe.

Je weiter diese Drüsen in der Entwicklung vorschreiten, desto tiefer kommen sie zu liegen, und wenn sie schon eine relative Unabhängigkeit vom Darmlumen erlangt haben, nimmt an der Basis der Zotte die Bildung der Galeati'schen Drüsen ihren Anfang.

Die Entwicklungsformen der die Zotte bekleidenden Schleimzellen hingegen sind kleinere Elemente, welche ein gut begrenztes körniges Schleimklümpchen enthalten, das, mit Haematoxylin behandelt, eine weniger glänzende Färbung annimmt, als das Schleimklümpchen der Drüsenelemente. Bei den die höchsten Teile der Zotte bekleidenden Zellen wird das Schleimklümpchen, je weiter nach oben man geht, immer grösser, immer grobkörniger und färbt sich mit Haematoxylin immer dunkler<sup>1)</sup>.

#### Leerdarm und Krummdarm.

In diesen Darmabschnitten geht die Entwicklung der Schleimzellen sehr langsam von statten. Beim 7 cm langen Rindsfoetus kann man jedoch schon einige, ein Schleimklümpchen enthaltende Elemente wahr-

<sup>1)</sup> Die Unterschiede in der Färbung zwischen den verschiedenen Schleimzellen treten auf den Tafeln bei weitem nicht so deutlich hervor wie in den Präparaten; um dem Lithographen die Arbeit zu erleichtern, wurde auf die genaue Reproduction dieser Unterschiede verzichtet.

nehmen. Diese sehr spärlichen Elemente finden sich ganz unregelmässig zerstreut. In den darauf folgenden Perioden (bei 8—9—10 bis 11 cm langen Foetus) sind diese Zellen etwas zahlreicher, besonders in dem der Grimmdarmklappe am nächsten gelegenen Darmabschnitt. Auch der Dünndarm erscheint sehr bald an Zotten reich, und hier beobachtet man auch, dass die am meisten Schleim enthaltenden Zellen den höchsten Teil der Zotten bekleiden.

Der Krummdarm eines 10 cm langen Foetus weist einige Zotten auf, die reicher, und andere die weniger reich an Schleimzellen sind; natürlich sind es die ersteren, bei denen man die Entwicklungsphasen der Schleimzellen verfolgen kann. In den Senkungen zwischen einer Zotte und der anderen bemerkt man (Fig. 8 *a*) kleinere Zellen, die, weil von den Nachbarzellen zusammengedrückt, kegelförmig sind und bei denen der Kern im basalen Ende gelagert ist; das obere, dem Darmlumen zugekehrte Ende weist ein ganz kleines Schleimklümpchen auf. Je weiter man auf der Zotte nach oben geht, desto mehr Schleim sieht man die Zellen enthalten, bis man, auf dem Gipfel der Zotte angelangt, nur noch Zellen sieht, deren Körper gänzlich von einem Schleimkügelchen eingenommen wird, das den Kern gegen den Boden der Zelle drückt, so dass diese das Aussehen einer wirklichen Becherzelle hat (Fig. 8 *b*). Nur sehr selten sieht man diese Zellen in Karyokinese begriffen, und das erklärt sich, wenn man an ihre spärliche Zahl und an ihre langsame Entwicklung denkt.

---

### Rectum.

Das Rectum weist während des embryonalen Lebens, je nach den Abschnitten, die man betrachtet, einen verschiedenen Entwicklungsgrad auf, d. h. je mehr man sich der Aftergegend nähert, desto grösser sind seine Durchmesser und desto mehr erscheinen seine Teile differenziert. Der Uebersichtlichkeit wegen können wir das Rectum in drei Abschnitte teilen: in den oberen, dem Grimmdarm angrenzenden Abschnitt, in den mittleren und in den zum After führenden Abschnitt.

Das Rectum eines 3,5 cm langen Rindsfoetus weist in seinem oberen, dem Grimmdarm angrenzenden Abschnitt (Fig. 9), im Inneren der Mesodermalschicht, ein Epithel auf, das man als geschichtetes betrachten kann und das aus Zellen mit spärlichem Protoplasma und mit grossem Kern besteht. Dieses Epithel begrenzt ein enges Lumen, das auf dem Querschnitt eine fast geradlinige Form hat. Die Dicke der Epithelschicht ist keine gleichmässige, ja auf dem Querschnitt kann man zwei Pole gewahren, an denen die Zellen zu einer einzigen Lage angeordnet sind. Im mittleren Abschnitt dagegen hat das Lumen die Form eines dreistrahligten Sternes, und der Spitze eines jeden Strahles entspricht ein niedriges Epithel, das gleich darauf in ein höheres übergeht, weil die Zellen hier länger sind und dicht zusammengedrängt stehen. An den oberflächlichen, das Darmlumen begrenzenden Zellen kann man einen dünnen gestrichelten Saum wahrnehmen. In dem zum After führenden Abschnitt endlich hat das Lumen an Weite zugenommen und ist die Epithelschicht viel zahlreicher, und unter diesen Zellen sieht man einige, die hervorstechen, weil sie strahlenförmig um einen Punkt herum angeordnet sind, in welchem sich später, wie wir sehen werden, eine Höhle bildet. Betrachtet man diese Zellengruppen in Schnittserien, dann kann man sich leicht davon überzeugen, dass sie kugelförmig sind.

Diese Zellengruppen sind so eigentümlich und andererseits so constant, dass ich beschloss, sie eingehend zu untersuchen. Sie bestehen aus einer verschiedenen Anzahl Zellen und werden um so häufiger angetroffen, je näher man dem After kommt. Hier sehen wir ausserdem in ihrem Centrum eine kleine Höhle von unregelmässiger Kugelgestalt sich bilden (Fig. 10 a), die in ihrem Inneren eine mit Haematoxylin sich intensiv und constant violettblau färbende und also die charakteristische Reaction des Schleimstoffes darbietende Substanz aufweist (Fig. 10 a). Diese Gruppen kann man also als eine erste Differenzierung von Schleimzellen betrachten.

Und dass man diese Bildungen wirklich als die erste Anlage der Schleimzellen betrachten kann, erhellt aus der Untersuchung von in der Entwicklung weiter vorgeschrittenen Embryonen. Denn beim 7 cm langen Foetus finden sich diese Zellengruppen in allen

Abschnitten des Rectum, häufiger jedoch noch in dem zum After führenden Abschnitt, wo sie auch umfangreicher sind und grössere Höhlen aufweisen. Beim 8 cm langen Foetus finden sie sich in dem oberen, dem Colon angrenzenden, und in dem mittleren Abschnitt (in diesem letzteren sind sie in der Entwicklung weiter vorgeschritten), und fehlen fast gänzlich in dem zum After führenden Abschnitt, in welchem schon deutliche Schleimzellen vorhanden sind. Uebrigens kann man diese Bildungen auch in der Nähe von Schleimzellen-entwicklungscentren antreffen (Fig. 13).

Beim 10 cm langen Foetus kommen diese Bildungen nur noch in dem oberen, dem Grimmdarm angrenzenden Abschnitt vor, und die Schleimzellen finden sich bei diesem um so zahlreicher und sind um so weiter in der Entwicklung vorgeschritten, je mehr man sich dem After nähert (Fig. 14). Beim 12 cm langen Foetus ist keine Spur mehr von diesen Bildungen vorhanden.

Es ist deshalb interessant, zu erfahren, welches der Entwicklungsgang dieser Höhlen ist und wie aus ihnen die Schleimzellen sich herausbilden. Zu diesen Untersuchungen eignet sich ganz besonders der 8 cm lange Foetus.

Das Epithel ist hier so angeordnet, dass es grobe Zotten bildet, in deren Inneres das Bindegewebe vorzudringen sucht. Anfangs herrschen die die schleimhaltige Höhle begrenzenden Zellengruppen am oberen Teile dieser Zotten vor, aber infolge des Vordringens des Bindegewebes ins Innere der Zotten nehmen sie später eine Seite derselben ein. Da nun diese Zellengruppen eine excentrische Entwicklung erfahren, weil die sie bildenden Zellen an Umfang zunehmen und immer neue Zellen entstehen (denn Mitosen findet man hier leicht — Fig. 11 a), und da auch das Schleimhautbindegewebe fortfährt, sich zu entwickeln, lösen sich die ins Darmlumen schauenden Zellen der Gruppe von einander los, und die Höhle, die sie begrenzten, steht alsdann mit diesem in Verbindung (Fig. 12 a). Das Bindegewebe dringt zu den Seiten der Höhle vor, und so bildet diese bald einen Fornix zwischen zwei neuen Zotten. Hieraus erklärt sich, dass mancher der zwischen einer Zotte und der andern bestehenden Fornices Zellen aufweist, die an ihrem freien Rande mit Schleimtröpfchen versehen sind.



Ich habe mich lange Zeit mit dem Studium dieser sonderbaren Bildungen beschäftigt und habe namentlich auch die Art und Weise, wie die sie bildenden Zellen functionieren, eingehend studiert. In den anderen Darmabschnitten finden sich die in der Entwicklung begriffenen Schleimzellen vereinzelt, und der Schleim, mit dem sie versehen sind, ist in ihrem Innern enthalten. Bei diesen Bildungen dagegen sind die Zellen, wie wir gesehen haben, um eine Höhle herum angeordnet, in welche sie die Schleimtröpfchen, gleich nachdem sie sie bereitet haben, ergiessen. Sobald sich aber diese Höhlen durch den oben beschriebenen Vorgang nach dem Darmlumen hin geöffnet haben und einen Fornix zwischen zwei Zotten bilden, häuft sich der Schleim, den die Zellen bereiten, im Innern dieser letzteren an (Fig. 13 a).

Auch im Rectum weisen die jüngeren Zellen, wie wir dies beim Dünndarm gesehen haben, zuerst an ihrer Spitze ein Schleimklümpchen auf (Fig. 14 a), ein Schleimklümpchen, das an Umfang immer mehr zunimmt, bis es mit dem Weiterrücken der Zelle nach den Seitenteilen der Zotte allmählich den ganzen Zellenkörper einnimmt.

Bei den bisher in Betracht gezogenen Rindsfoetus ist die Zahl der Schleimzellen, auch in dem zum After führenden Abschnitt, eine sehr spärliche. Obgleich man nun hier die Entwicklungsformen der Schleimzellen gut studieren kann, trifft man doch nur selten in karyokinetischer Teilung begriffene Zellen an. Aber mit der Entwicklung des Foetus nimmt die Zahl der Schleimzellen schnell zu, so dass wir sie beim 21 cm langen Foetus in sehr grosser Zahl antreffen.

Im Rectum eines Foetus von ebenbesagter Länge (Fig. 15) sind sehr zahlreiche, dünne und verschieden lange Zotten vorhanden. Die Zahl der Schleimzellen ist im Verhältnis zur Zahl der protoplasmatischen Zellen in den Fornices eine viel grössere als auf den Zotten. Noch findet man nichts, was auf die Bildung Galeati'scher Drüsen hindeutete, aber man bemerkt bereits, dass die Proliferation des Epithels, sowohl des protoplasmatischen als des schleimbereitenden, sich in den zwischen den Zotten bestehenden Fornices localisiert hat. Denn nur hier allein finden sich karyokinetische Figuren (Fig. 16—17).

Es steht ausser Zweifel, dass die in Mitosis begriffenen Kerne, die in den Schleimzellen sowohl des Rectum (wo sie sehr zahlreich

sind), als der anderen oben beschriebenen Darmabschnitte beobachtet werden, hellen Zellen angehören, die oberhalb oder unterhalb eines Schleimklümpchens gelegen sind; denn wenn der Kern einer Schleimzelle zur karyokinetischen Teilung gelangt, erfährt er eine Verrückung nach der freien Oberfläche der Zelle und gelangt so in die Schleimsubstanz hinein (Fig. 4 a, 15, 16). Ausserdem erhielt ich in einigen Fällen so dünne Schnitte, dass ich in einem solchen nicht nur eine einzelne Zelle vor mir hatte, sondern sogar den in Mitosis begriffenen Kern selbst durchschnitten vorfand (und eben einem dieser Präparate habe ich Figur 4 entnommen).

---

Aus diesen meinen Untersuchungen geht also hervor, dass sich die Schleimzellen im embryonalen Leben sehr früh von den anderen Zellen differenzieren. Denn schon beim 3,5 cm langen Rindsfoetus fangen jene seltsamen Zellengruppen an, sich zu bilden, die eine schleimhaltige Höhle umschliessen, und beim 7 cm langen Foetus sind ausser diesen Bildungen im Rectum Schleimzellen, wenn auch in spärlicher Zahl, im Duodenum und im Ileum vorhanden.

Wie Bizzozero es beim ausgewachsenen Tiere beobachtet hat, so vervielfältigen sich auch beim Foetus die Schleimzellen durch Mitose auch dann, wenn sie schon Schleim enthalten und also in functioneller Thätigkeit sind.

Die Schleimzellen haben, wie wir sahen, ihr Bildungscentrum an der Basis der Zotten, während ihre gänzlich ausgewachsenen Formen sich auf dem Gipfel der Zotten befinden. Sehr bald localisiert sich die Reproduction sowohl der protoplasmatischen als der Schleimzellen in den zwischen den Zotten bestehenden Fornices, was eine weitere Bestätigung der Anschauung Bizzozero's bezüglich der Function der Galeati'schen Drüsen ist.

Wenn die Schleimzellen wirklich, wie Patzelt mit Bezug auf den Embryo und andere Forscher mit Bezug auf das ausgewachsene Tier behaupten, nach Absonderung ihres Schleimes wieder das Aussehen protoplasmatischer Zellen annähmen, so müsste man auf dem Gipfel

der Zotten, wo sich die ältesten Formen finden, jene Uebergangsstadien zwischen Schleim- und protoplasmatischen Zellen sehen, wie sie z. B. erst vor kurzem von Majewski<sup>1)</sup> beim ausgewachsenen pilocarpinisierten Tiere beschrieben werden. Nun wohl, dies habe ich nie beobachten können, obwohl die Zahl der von mir untersuchten Präparate eine sehr grosse war.

### Erklärung der Tafel XXIV.

Alle Präparate wurden aus in Hermann'scher Flüssigkeit fixierten und mit Haematoxylin und Safranin gefärbten Stücken angefertigt.

Die Zeichnungen wurden mit dem Zeichenprisma angefertigt. — Zeiss'sches Mikroskop.

- Fig. 1. Pylorus eines 10 cm langen Rindsfoetus. — *a* Schleimzellen-Mitose. Obj. D, Oc. 2.
- Fig. 2. Pylorus eines 14 cm langen Rindsfoetus. — *a* Schleimzellen-Mitose. Obj. D, Oc. 2.
- Fig. 3. Duodenum eines 7 cm langen Rindsfoetus. — *a* zwei Schleimzellen. Obj.  $\frac{1}{12}$  hom. Imm., Oc. 2.
- Fig. 4. Duodenum eines 8 cm langen Rindsfoetus. — *a* in Mitosis begriffene Schleimzelle einer Zotte; *b* Zellen aus den Fornices mit Schleimkörnchen; *c* Mitosen dieser Zellen. Obj.  $\frac{1}{12}$  hom. Imm., Oc. 2.
- Fig. 5. Duodenum eines 10 cm langen Rindsfoetus. — *a* Entwicklungsform der auf den Zotten gelegenen Schleimzellen. Obj. E, Oc. 2.
- Fig. 6. Duodenum eines 14 cm langen Rindsfoetus. — *a* Drüseneinsenkungen (Brunner'sche Drüsen). Obj. D, Oc. 2.
- Fig. 7. Duodenum eines 26 cm langen Rindsfoetus. — *a* in der Entwicklung begriffene Brunner'sche Drüsen; *b* Drüsenzellen-Mitosen. Obj. E, Oc. 2.
- Fig. 8. Ileum eines 10 cm langen Rindsfoetus. — *a* Anfangsformen von Schleimzellen; *b* schon gut entwickelte Schleimzellenformen. Obj. D, Oc. 2.
- Fig. 9. Querschnitt vom Rectum eines 3,5 cm langen Rindsfoetus, und zwar von dem, dem Grimmdarm angrenzenden Abschnitt. Obj. D, Oc. 2.
- Fig. 10. Rectum eines 3,5 cm langen Rindsfoetus; zum After führender Abschnitt. — *a* schleimenthaltende Höhle. Obj. D, Oc. 2.

<sup>1)</sup> A. Majewski, Ueber die Veränderungen der Becherzellen im Darmkanal während der Secretion. Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. 1894. Bd. XI. Heft 4. S. 177.

- Fig. 11. Rectum eines 8 cm langen Rindsfoetus. — *a* Mitose in einer der die schleimenthaltende Höhle umgebenden Zellen. Obj. E, Oc. 2.
- Fig. 12. Rectum eines 8 cm langen Rindsfoetus: mittlerer Abschnitt. — *a* schleimenthaltende Höhle, die sich nach dem Darmlumen geöffnet hat. Obj. D, Oc. 2.
- Fig. 13. Rectum eines 8 cm langen Rindsfoetus: zum After führender Abschnitt. — *a* junge Schleimzellenformen. Obj.  $\frac{1}{12}$  hom. Imm., Oc. 2.
- Fig. 14. Rectum eines 10 cm langen Rindsfoetus: zum After führender Abschnitt. — *a* Boden eines Fornix mit den hier gelegenen jungen Schleimzellenformen. Obj. D, Oc. 2.
- Fig. 15. Rectum eines 21 cm langen Rindsfoetus. Obj. A, Oc. 2.
- Fig. 16. Von demselben Präparat. Fornixzellen, Schleimzellen-Mitose. Obj.  $\frac{1}{12}$ , Oc. 2.
- Fig. 17. Von demselben Präparat. — Idem.
-

## Ricerche microscopiche e sperimentali su gli effetti della Tiroidectomia

pel

**Dott. Francesco Capobianco,**

Aiuto nell'Istituto d'Istologia e Fisiologia generale della R. Università di Napoli.

(Fine.)

Il suo apparire è talora subdolo, sicchè non si riesce a rilevarne la presenza nemmeno con un esame accurato; altre volte però se ne hanno segni evidenti.

La temperatura, contemporaneamente, si eleva, ma le elevazioni sono oltremodo variabili, in corrispondenza, del resto, con le oscillazioni fisiologiche del calore in siffatti animali.

All'autopsia i polmoni di entrambi i lati o di un solo si presentavano di consistenza e colorito epatico in tutt'i lobi od in alcuni soltanto quando, la lesione era più circoscritta. Al taglio il tessuto, nei punti affetti, era privo del tutto di aria e comprimendolo fuoriuscivano i caratteristici turaccioli di essudato.

All'esame microscopico si rilevava, in generale, una notevolissima infiltrazione corpuscolare negli alveoli pulmonari, sì che questa li riempiva dove più, dove meno completamente e in mezzo vi si potevano riconoscere cellule epiteliali, in diverso grado alterate. Nel più gran numero dei casi i corpuscoli bianchi erano impigliati in un fine reticolo di fibrina.

I bronchi piccoli apparivano anch'essi occlusi, quasi in tutto il lume, come da zaffi, che già alla sezione dell'organo fresco fuoriuscivano sul taglio, per poco che quello si comprimesse. In molti si avea distacco del rispettivo epitelo di rivestimento.

Questa descrizione ho io riferita dalla mia nota, ricordata innanzi, nella quale tale lesione è studiata anche batteriologicamente.

Escludendo, ora, sin dal principio, che questa pneumonite sia dovuta a diffusione dalla ferita, perchè nell'autopsia il campo operatorio fu rinvenuto perfettamente sano e solo in qualche rarissimo caso vi si trovò una essudazione, molto secca e senza batteri, come intendere la sua patogenesi?

1° È dessa soltanto il risultato di lesioni traumatiche del nervo laringeo, sicchè si abbia quella forma di alterazione polmonare, che consegue alla recisione dei ricorrenti?

2° È la conseguenza di offese meccaniche sul tronco proprio del vago, donde una pneumonite da vagotomia, o bisogna, per avventura, ammettere che altre influenze ne determinino la comparsa?

Non dissimulo che, sin da principio, mi parve che a questa quistione fosse mestieri una risposta precisa, invocando il controllo di tutti quei fatti, che fossero bastevoli a dileguare i dubbi.

Sono non poche volte ritornato sui miei passi, perfezionando la tecnica operatoria, guarentendomi contro qualunque offesa sui tronchi nervosi, i quali han più intimo rapporto con la ghiandola tiroide e specialmente sul laringeo e sul vago e mettendo, infine, fuori causa quei casi, nei quali per imprevedibili contingenze operatorie, mi pareva che i tronchi nervosi non fossero stati rigorosamente rispettati.

E, d'altra parte, la lontananza del tronco del vago dalla sede principale dell'operazione, contro i cui traumi quasi lo guarentiscono i muscoli della regione, come la integrità macroscopica di questo nervo e del ricorrente, constatata sicuramente sin dalle prime necroscopie, erano ragioni atte a rendere sempre meno fondati i sospetti.

Se non che, sopra tutti gli altri decisivo fu il caso d'un grosso coniglio, sopravvissuto alla tiroidectomia oltre tre mesi e mezzo e nel quale la necroscopia rivelò una delle più tipiche forme di pneumonite fibrinosa bilaterale; a destra nello stadio di epatizzazione rossa, a sinistra in quello di epatizzazione grigia. Interamente persuasivo fu il reperto microscopico, pel quale s'ebbe a notare la infiltrazione completa ed uniforme di tutto il tessuto polmonare, quale si ha solo nelle più caratteristiche e genuine forme di pneumonite crupale dell'uomo.

Anche dal punto di vista batteriologico questo caso si rivelò identico per etiologia agli altri precedenti.

Qualunque azione traumatica, che si voglia invocare, cade qui, inesorabilmente, a petto della lunga sopravvivenza, spiegata dalla presenza a sinistra della laringe di una tiroide accessoria, discretamente sviluppata.

E la morte per pneumonite, verificatasi così lungo tempo dopo l'operazione, mal può accordarsi con un trauma, esercitato per quest'ultima sul tronco nervoso, perchè non s'intende come gli effetti ne poteano così a lungo ritardare.

Ma a dar, soprattutto, valore ai precitati argomenti s'aggiunge l'esame microscopico dei centri nervosi, il quale dilegua ogni dubbio, sì ch'io mi son fermamente convinto, che nella patogenesi della pneumonite da tiroidectomia bisogna considerare solo ed esclusivamente le condizioni abnormi dell'organismo, sottratto alla influenza della glandola tiroidea.

Nel sistema nervoso centrale si rinvencono, in effetti, alterazioni, analoghe a quelle riscontrate e descritte minutamente nei cani, sia per ciò, che riguarda i disturbi circolatori, sia per le degenerazioni, che affettano gli elementi propri del sistema nervoso.

Se non che, è speciale il modo, col quale queste lesioni s'accentrano, soprattutto, nella midolla allungata.

Abbiamo visto innanzi, che, nei cani, tra i nuclei bulbari, dopo quello dell'ipoglosso, il nucleo del vago era uno dei più frequentemente lesi e tale nucleo è, precisamente, quello che nei conigli presenta le maggiori e più diffuse alterazioni.

Dall'osservazione di tagli seriali del bulbo di conigli tiroideotomizzati, in mezzo a degenerazioni, più o meno evidenti e progredite nei vari nuclei grigi, risalta, in modo relevantissimo la desintegrazione, a cui van soggetti gli elementi cellulari, soprattutto, che ne costituiscono al porzione respiratoria.

Nella figura 10 è riprodotto un segmento di tale parte del nucleo del vago in un coniglio stiroidato. Ivi non si trova più traccia di cellula, che lasci riconoscere la sua costituzione normale. In qualche punto è ancora rimasto qualche nucleo con una scarsa ed informe zona di protoplasma; in altri, e sono i più, il corpo cellulare è ridotto in guisa da aver perduto tutte le sue note caratteristiche e la

lacuna della cellula è occupata in parte da un ammasso raggrinzato e deforme.

Questo punto disegnato è, senza dubbio, uno di quelli con lesione più progredita ed intensa, ma in altri preparati di altri bulbi si sorprendono fasi diverse di degenerazione, nelle quali sempre il nucleo del vago presentasi più o meno profondamente alterato.

Questa speciale e prevalente localizzazione della lesione ci è guida preziosa nello interpretare quanto si riferisce alle peculiari conseguenze della tiroidectomia nei conigli.

Dove che nei cani l'autointossicazione da tiroidectomia avea manifestazioni di natura svariata, ma rivelanti tutti la partecipazione ora più ora meno accentuata dell'intero sistema nervoso; nei conigli, la ubicazione prevalente bulbare determina una impronta caratteristica in tutto il quadro sintomatologico, accentrando i disturbi nella sfera respiratoria con esito in pneumonite.

Sono, dunque, le alterazioni bulbari quelle, che inducono nel pulmone dei conigli tiroidectomizzati, la disposizione alla flogosi parenchimatosa.

La quale, consecutiva a lesioni nervose, richiama alla mente quanto il Prof. Bianchi ebbe ad osservare nei paralitici; una polmonite cioè analoga a quella del vago, la quale, però, nelle osservazioni dell'autore, era dovuta a degenerazione primaria dei tronchi nervosi, poichè le alterazioni delle cellule dei rispettivi centri o mancavano o erano affatto sproporzionate alle lesioni del nervo<sup>1)</sup>.

Nel nostro caso trattasi, invece, di condizioni opposte.

Lo esame microscopico accurato dei tronchi del vago e del laringeo di entrambi i lati, rivelò o alterazioni di pochissimo rilievo o quasi completa integrità delle fibre costituenti il fascio nervoso e ciò nelle osservazioni di tagli trasversali e longitudinali.

Le alterazioni bulbari avrebbero, quindi, verso il pulmone effetti analoghi a quelli del taglio del vago, alla cui pneumonite, etiologicamente e anatomo-patologicamente, si avvicina quella da tiroidectomia, siccome ho potuto dimostrare. Sola differenza starebbe nel decorso,

---

<sup>1)</sup> Bianchi, La polmonite dei paralitici e la degenerazione dei nervi vaghi. La Psichiatria. 1889.



che è assolutamente più breve nella vagotomia, poichè, in questo caso, si tronca d'un colpo e completamente qualunque influenza nervosa, dove che nella tiroidectomia trattasi di lesioni lentamente determinatesi.

Sicchè, per tutto quel che precede, la pneumonite dei conigli tiroidectomizzati rientra nell'ordine dei sintomi, che son conseguenza diretta della soppressa funzione tiroidea, al pari dei disturbi motori e trofici nei cani ed in altri animali.

Dopo la descrizione, per quanto m'è stato possibile, minuta, delle lesioni nervose centrali e periferiche, che ho rinvenute, m'è uopo dichiarare ancora alcune quistioni, cui il reperto può dar luogo.

Ed, innanzi tutto, sono le alterazioni rilevate la espressione di reali cangiamenti nei rapporti intimi di struttura, i quali denotino la speciale condizione del sistema nervoso, nel periodo, che consegue alla tiroidectomia totale, o non devono, per avventura, riferirsi all'azione dei metodi adoperati e specialmente ai liquidi induranti?

Una dilucidazione in questo senso è necessaria, perocchè non mancano di quelli, che han solo riconosciuto in esse un prodotto artificioso, una conseguenza dei sali cromici, fondandosi sulle osservazioni di Trzebinski<sup>1)</sup>, il quale ha fatto indagini comparative sull'atteggiamento diverso degli elementi nervosi, in rapporto ai vari liquidi induranti adoperati.

Se non che, il valore della influenza dei metodi di tecnica, mi pare, si è alquanto esagerato.

Si hanno, possibilmente, modificazioni nello aspetto delle cellule e Trzebinski vi ha notata una pallidezza maggiore, uno splendore vitreo, che simula una degenerazione ialina o amiloidea, e, perfino, un'apparenza granulosa, che il corpo cellulare può non di rado assumere, ma tutte queste non reggono al paragone delle alterazioni rinvenute nei centri di cane, privati di tiroide.

In quanto alla colorazione dei nuclei, questo medesimo autore ammette maggiore o minori differenze di colorazione, che potrebbero essere fonte di errori, ma, di certo, non è lecito invocarle così semplice-

<sup>1)</sup> Trzebinski, Einiges über die Einwirkung der Härtungsmethoden auf die Beschaffenheit der Ganglienzellen etc. Virchow's Archiv. Bd. CVII.

mente per ispiegar l'alterazione nucleare, che non consiste solo nel difetto di colorazione, ma in cangiamenti della sua struttura innegabile e dei quali si segue, in taluni casi, lo avanzarsi progressivo.

Le gradazioni nella imbibizione rispettiva del protoplasma e dei nuclei, il poter questi rimanere incolori, mentre il protoplasma si colora, siccome avea già notato lo Stilling, non mi pare possan servir di base ad infermar l'osservazione, che accompagna fino agli ultimi stadi il disfacimento del protoplasma e del nucleo, quando si hanno le condizioni meno favorevoli per differenze così spiccate.

Certo, le forme caratteristiche di vacuolizzamento, l'atrofia, la disgregazione granulosa, che s'incontrano, non son per nulla inferiori alle forme analoghe, che si sono rilevate in altri processi morbosi, sulla natura delle quali non è, oramai, chi dubiti.

E poi come spiegare la constanza delle immagini, anche quando la colorazione non è al carminio boracico, ma ottenuta con altri mezzi coloranti e massime col joduro di palladio, e quando al liquido di Müller si sostituisce il sublimato, siccome è il caso del sistema nervoso del cane No. 6.

Dalla comparazione degli organi di quest'ultimo con quelli dei precedenti, in cui le manifestazioni degenerative, tranne lievi differenze, erano essenzialmente le stesse, io ho acquistata la convinzione che non è giusto il voler elevare la influenza dei sali cromici, fino a farne la cagione di così importanti trovati microscopici.

E, d'altra parte, la intensa e diffusa disintegrazione degli elementi nervosi, procedente di pari passo con le lesioni vasali; il rapporto, che intercede costantemente tra le note degenerative e la durata e gravità dei sintomi in vita, se destituiscono sempre più di fondamento la discussa ipotesi, rendono anche meno accettabile l'opinione di coloro, che, dalla incostanza di deficienti osservazioni, vorrebbero inferire sulla niuna importanza di lesioni, che, secondo il loro parere, dovrebbero anche riscontrarsi in animali del tutto sani.

Dovendo, adunque escludere che le lesioni surriferite sieno prodotte da un qualunque artificio, potrem noi ricondurle ad una entità anatomo-patologica ben definita o, in altri termini, sono esse bastevoli

a caratterizzare uno stato morboso dei centri, affine a qualche altro già noto?

Certamente, dalle alterazioni descritte risulta chiara la esistenza di uno stato degenerativo, di un'atrofia, le cui note caratteristiche, con diversa intensità di manifestazioni, prevalgono, specialmente, nei casi di più lunga sopravvivenza, senza che, peraltro, sieno meno evidenti anche in qualche caso di morte più rapida.

Se non che, nè le note di quest'atrofia si rinvencono costantemente in ogni rincontro ed in tutte le regioni dell'asse cerebro-spinale, nè è possibile prescindere da alcuni altri dati di osservazione, quando questi, generalmente, si ritengono come espressione di stati flogistici.

Di guisa che, viene, ancora una volta, avvalorata la idea sulla incostanza della natura delle lesioni, che conseguono alla mancata funzione tiroidea.

In ciò conviene lo stesso Lupò<sup>1)</sup>, il quale afferma che desse nè son sempre le stesse, nè affettano sempre le stesse parti.

Dello stato infiammatorio si ha hoi argomento meno dalle forme di rigonfiamento dei cilindrassi, che non soprattutto dalla infiltrazione corpuscolare, in alcuni casi evidentissima, e dalle alterazioni cellulari; dappoichè il primo si sa che non è, necessariamente, l'effetto di flogosi, potendosi avere anche per semplice imbibizione di linfa (Rumpf).

Il vacuolizzamento, invece, che si presenta con frequenza grandissima, tiene quasi sempre a processi infiammatori (Obersteiner), e se a questo si aggiunge il reperto di depositi fibrinosi perivasali, che potrebbero essere analoghi agli essudati plasmatici delle mieliti, e gli altri fatti riportati, si avranno le ragioni per riconoscere di avere sorpreso in atto una flogosi dei centri nervosi.

Più che esserci una contraddizione fra i reperti, mi sembra che l'atrofia e la flogosi, possano, ciascuna per la sua parte, essere spiegate dalla mancanza della tiroide, in quanto la prima, l'atrofia, cioè, può sorgere o come lesione primaria o rappresentare l'esito di un processo flogistico a preferenza parenchimatoso, le cui fasi non si possono, in tutt'i rincontri, rilevare.

---

<sup>1)</sup> Lupò, l. c. p. 31.

Ond'è che la natura delle lesioni, l'estensione loro e la rapidità dello svolgimento parlano troppo in favore di un autointossicamento e solo ad intendere pienamente le alterazioni circolatorie si può anche, in linea secondaria, non dimenticare l'azione, che deve svolgersi per la mancanza del circolo tiroideo, ordinario deflusso della circolazione cerebrale. Ma, pur essendoci, dev'essere, senza dubbio, in proporzione delle normali vie sanguigne della glandula, cotanto differenti in certi organismi e sia l'umano e quello del cane.

Sicchè, riepilogando, mi pare che da tutto, quel che precede, si possano trarre le seguenti.

#### Conclusioni.

- 1° La tiroidectomia, quando sia completa, è costantemente letale nei cani e nei conigli.
- 2° La cagione della morte, come risulta dai fatti osservati, deve ricercarsi nell'attossicamento dei centri nervosi per sostanze, dalla cui triste influenza la tiroide sarebbe destinata a tutelar l'organismo.
- 3° La temperatura dei cani diminuisce progressivamente dall'operazione alla morte; essa s'eleva, invece, in modo notevole, solo durante gli accessi convulsivi. Nei conigli, complicandosi la flogosi polmonale, si hanno elevazioni termiche; anche queste, peraltro, in limiti assai variabili.
- 4° L'esame istologico del sistema nervoso centrale e periferico (radici spinali) rileva lesioni importanti, che non possono in niun modo esser messe sul conto di prodotti artificiali di qualsiasi natura, nè riferite a cangiamenti, che rientrino nei limiti fisiologici.
- 5° Tali lesioni consistono in disturbi circolatori ed in speciali modificazioni degli elementi nervosi, cellule e fibre.
- 6° Le forme degenerative cellulari sono: l'atrofia, la disgregazione granulosa ed il vacuolizzamento, con prevalenza dell'una o dell'altra di esse, secondo i casi ed a norma delle regioni dell'asse cerebro-spinale.
- 7° Esiste una differenza notevole in quanto a predilezione di sede delle lesioni anatomiche tra cani e conigli. Nei primi, i disturbi

affettano tutto il sistema nervoso centrale, con lieve precedenza nel cervello; nei secondi, invece, è il bulbo, prima e più profondamente leso. Tra le alterazioni delle cellule e delle fibre predomina, in modo rilevante, l'atrofia.

- 8° Il cervelletto è, massime nei cani, alterato in modo affatto peculiare nello strato delle cellule di Purkinje. Non mancano cangiamenti patologici negli altri strati corticali e nel *corpo dentato*. La midolla è anch'essa degenerata.
  - 9° Fra i nuclei bulbari, nei cani, non si ha predilezione di sede: più costantemente affetto è il nucleo dell'ipoglosso, a cui segue quello del facciale, del vago e di altri. Nei conigli, al contrario, è sempre il nucleo del vago quello, che manifesta più gravi e diffuse alterazioni, le quali, nella sua porzione respiratoria, raggiungono la loro più alta espressione.
  - 10° Alla estensione di tali fatti degenerativi nel centro del vago va, solo ed esclusivamente, riferita la pneumonite dei conigli tiroideotomizzati. Essa non può, in niun modo, ritenersi di origine periferica.
  - 11° Nella midolla spinale sono alterate la sostanza bianca e la grigia. A parità di condizioni, prevalgono i cangiamenti nelle corna grigie anteriori e ne' cordoni piramidali crociati. Vi sono, al pari che nella midolla allungata, rappresentati largamente i tre tipi di degenerazioni cellulari.
  - 12° Le radici spinali, infine, non sono risparmiate dal processo degenerativo: contrariamente all'osservazione del Langhans, vi si rinvencono lesioni di grande importanza, la cui minuta descrizione è stata fatta nel capitolo relativo.
-

### Spiegazione delle figure.

- Fig. 1. Focolaio emorragico, lateralmente al canale centrale. Mid. Spin. Cane No. 5. Liquido di Müller. Carminio boracico. *a* Parete vasale, circondata da numerosi globuli sanguigni. Koristka  $\frac{\text{Oc. } 3}{\text{Obb. } 8}$  p. d. t. m.
- Fig. 2. Idem nel corno anteriore dello stesso lato: Trattamento identico al precedente. *a* Vase con emorragia. *b* Avanzo di cellula ganglionare. Koristka  $\frac{\text{Oc. } 3}{\text{Obb. } 8}$  p. d. t. m.
- Fig. 3. Cellule delle colonne grige anteriori. Midolla spinale. Cane No. 5. Liq. di Müller. Joduro di palladio. Nucleo integro e protoplasma alterato. Zeiss  $\frac{\text{Oc. } 3}{\text{Obb. } DD}$  p. d. t. m.
- Fig. 4. Cellula nervosa con protoplasma quasi interamente disfatto. Stadio più avanzato del precedente. Liq. di Müller. Carminio boracico. Zeiss  $\frac{\text{Oc. } 3}{\text{Obb. } DD}$  tuba alzato p. d. t. m.
- Fig. 5. Cellula, con alterazione nucleare, delle corna anteriori. Rig. lombare. Cane No. 5. Liq. di Müller. Carm. boracico. Il nucleo vi si vede come scavato; il nucleolo è tuttora integro. Koristka  $\frac{\text{Oc. } 3}{\text{Obb. } 8}$  p. d. t. m.
- Fig. 6. Idem del precedente. *a* Nucleo alterato. *b* Cilindrassa tumefatto, mostrante uno spazio di rarefazione, più chiaro. Zeiss  $\frac{\text{Oc. } 3}{\text{Obb. } DD}$  tubo 160 p. d. t. m.
- Fig. 7. Zona dei fasci piramidali. Rigonf. lombare. Cane No. 5. Liq. di Müller. Carm. boracico. Varii gradi di alterazioni nelle fibre nervose. Zeiss  $\frac{\text{Oc. } 3}{\text{Obb. } DD}$  tubo 170 p. d. t. m.
- Fig. 8. Forme di vacuolizzazione in elementi bulbari del cane No. 6. Biclورو Mercurico 2%. Joduro di palladio. *a* Vacuolo cellulare che rispetta ancora il nucleo. *b* Zona residuale periferica di protoplasma. Nucleo deformato. *c* Lembi di protoplasma e nucleo scomparso. *d* Un vacuo sostituisce il corpo cellulare: di questo rimane ancora un esile strato alla periferia. Koristka  $\frac{\text{Oc. } 3}{\text{Obb. } 8}$  p. d. t. m.
- Fig. 9. Midolla allungata di coniglio. Segmento del nucleo del vago (parte respiratoria). Liq. di Müller. Ematossilina Böhmer. In questo disegno si mostrano i differenti gradi di alterazione cellulare. Koristka  $\frac{\text{Oc. } 3}{\text{Obb. } 5}$  p. d. t. m.
- Fig. 10. Altre forme di alterazioni cellulari dello stesso bulbo. Trattamento come in No. 8. *m* Il protoplasma è ancora integro nel solo prolungamento. *n* Vacuo cellulare e protoplasma granuloso nel prolungamento. Koristka  $\frac{\text{Oc. } 3}{\text{Obb. } 8}$  p. d. t. m. Tub. alz.
- Fig. 11. Cilindrassa con vacuoli. Mid. allungata del Cane No. 5. Liq. di Müller. Bleu di Metile. Zeiss  $\frac{\text{Oc. } 3}{\text{Obb. } DD}$  p. d. t. m.

- Fig. 12. Caratteristica formazione nella midolla allungata del cane No. 6. Sublimato corrosivo 2%. Carm. boracico. *a* Cilindrasse. *b* Dilatazione membraniforme. Zeiss  $\frac{\text{Oc. 3}}{\text{Obj. DD}}$  p. d. t. m.
- Fig. 13. Forma analoga alla precedente, ma meno accentuata. Il cilindrasso si vede ricostituito oltre la espansione. Zeiss  $\frac{\text{Oc. 3}}{\text{Obj. DD}}$  p. d. t. m.
- Fig. 14. Zona corticale del cervelletto. Cane No. 6. Biclورو Mercurico 2%. Carm. borac. Alterazioni nelle cellule di Purkinje. *m* Strato molecolare. *g* Strato di granuli. *ab* Cellule piriformi, in cui avanza ancora parte di protoplasma, quasi normale ne' prolungamenti ed intorno al nucleo. Questo ultimo in *b* è impicciolito e spostato verso la radice de' prolungamenti. Altre cellule in degenerazione più avanzata. Zeiss  $\frac{\text{Oc. 3}}{\text{Obj. DD}}$  p. d. t. m.
- Fig. 15. Dilatazione di uno spazio linfatico perivascolare del cervello. Cane No. 5. Liq. di Müller. Ematossilina. *v* Sezione del vase con la lacuna circostante. Zeiss  $\frac{\text{Oc. 3}}{\text{Obj. DD}}$  p. d. t. m.
- Fig. 16. Cellule piramidali del 4° strato della corteccia del cervello. Cane No. 6. Sublimato. Joduro di palladio. In *ab* Disfacimento del protoplasma. *mn'* Nuclei alterati, molto pallidi, impiccioliti. *c* Vacuo protoplasmatico, che ha attaccato parte del nucleo (*n''*), il quale ha una forma semilunare. Zeiss  $\frac{\text{Oc. 3}}{\text{Obj. BB}}$  p. d. t. m.
- Fig. 17. Rigonfiamento dei cilindrassi *ab*, nelle fibre delle radici spinali. Liq. di Müller. Carm. boracico. Zeiss  $\frac{\text{Oc. 3}}{\text{Obj. DD}}$  p. d. t. m.
- Fig. 18. Parte di sezione trasversa di un fascio nervoso delle radici spinali. Trattamento identico al precedente. *h* Cilindrasso scomparso. *f* Granuli che occupano la sede di esso. *ep* Epinevro e perinevro alquanto ispessiti. Koristka  $\frac{\text{Oc. 3}}{\text{Obj. 8}}$  p. d. t. m.



## Referate

von

W. Krause.

---

**G. Sandmann**, Dr. med., *Tafel des menschlichen Gehörorganes* in Farbendruck mit erklärendem Text. Querfolio. Berlin 1892. Boas & Hesse. 1 Tafel und 21 Seiten Text mit einer Lithographie.

Der Text enthält eine gedrängte anatomische Beschreibung des Gehörorganes, die Hülftafel die zur Erläuterung nötigen Ziffern, auf welche die Beschreibung verweist. Die Tafel selbst ist in mehreren Farben bei 14facher Vergrößerung durch Herrn Maler Tischler ausgeführt und aus mehreren Präparaten combinirt. Man sieht nach der gewöhnlichen Weise in die geöffnete Paukenhöhle und in beide der Länge nach durchschnitene Gehörgänge. Die Darstellung ist dem Wesen nach eine schematische: so ist beispielsweise dem Canales semicirculares ossei nahezu gleiche Breite von 14 mm (= 1 mm wahre Grösse) gegeben, während in der Natur die Höhe des Canalis semicircularis superior bekanntlich 1,4 mm, die des inferior nur 1,1 mm beträgt. Zum Demonstrieren wird die Wandtafel immerhin zweckmässig zu benutzen sein.

---

**A. Kast** und **T. Rumpler**, *Pathologisch-anatomische Tafeln*, nach frischen Präparaten. Aus den Hamburger Staatskrankenhäusern. Fol. 1894. Liefg. VIII—XII. Kunstanstalt A.-G. Wandsbeck und Hamburg. 20 Tafeln und 6 Blatt Erklärungen. — 4 Mk. à Liefg. Einzelne Taf. à 1,50 Mk.

Ueber die früheren Lieferungen vergl. diese Monatsschrift, 1893. Bd. X. H. 4. S. 139, H. 7. S. 312. Die jetzt vorliegenden sind in analoger Weise ausgestattet und bringen in Liefg. VIII die verschiedenen Stadien von Typhus abdominalis, in Liefg. IX Tuberculose und Geschwülste der Nebenniere und Niere. Die X. Liefg. enthält acute eitrige Meningitis, tuberculöse Meningitis, Melanosarcom des Grosshirnes, Hydrocephalus internus, die XI. eine Phosphorleber, acute gelbe Leberatrophie, die, wie man weiss, zusammengehören, sowie interstitielle Hepatitis syphilitica. Die XII. Liefg. endlich zeigt Magengeschwüre mit carcinomatöser Degeneration am Rande, Gallertkrebs und Markschwamm des Magens, endlich Venenerweiterung im Oesophagus bei Lebercirrhose; wie man sieht, eine Fülle von interessanten Sachen.

---



**A. Rauber**, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. Vierte gänzlich neu bearbeitete Auflage von Quain-Hoffmann's Anatomie. Leipzig. E. Besold. Bd. I. Abt. 2. Eingeweidelehre. 1892. S. 507—770. Mit 248 Holzschnitten. — Bd. II. Abt. 1. Gefäßlehre. 1893. S. 1—271. Mit 204 Holzschn. — Bd. II. Abt. 2. 1894. Erste Hälfte, Nervenlehre. S. I—II u. 273—600. Zweite Hälfte, Sinnesorgane und Leitungsbahnen. S. III—IV u. 601—840. Mit 195 Holzschn.

Das früher (diese Monatsschrift, 1893. Bd. X. H. 1. S. 32) bereits besprochene Werk liegt nun fertig vor; die erste Lieferung erschien 1892. Es umfasst im ganzen 1630 Seiten nebst 1438 Holzschnitten, so dass durchschnittlich fast auf jede Seite eine Abbildung kommt. Die erste 1870—1872 erschienene Auflage zeigte auf 1561 Seiten nur 828 Holzschnitte. Der Fortschritt ist also erheblich, und zahlreiche kürzere Abschnitte und Einschaltungen sind neu hinzugekommen, wovon Ref. nur die Hydraulik des Gefäßsystems und die centralen Leitungsbahnen hervorheben will. Durch instructive farbige Abbildungen zeichnet sich die Gefäßlehre aus, die Abbildung des sagittalen Beckendurchschnittes einer gefrorenen weiblichen Leiche (Bd. I. Abt. 2. S. 680) ist vorzüglich gelungen und zeigt den Uteruskörper in der Norm unmittelbar dem Rectum anliegend.

---

**G. Ruge**, *Verschiebungen in den Endgebieten des Plexus lumbaris bei den Primaten*. Morphologisches Jahrbuch. 1893. Bd. XX. H. 3. S. 305. Mit 2 Taf. u. 31 Holzschn.

R. leitet den N. triradiatus teilweise von einer Anastomose zwischen den Nn. lumbales IV und V her, die vom Plexus lumbalis zum Plexus sacralis zieht. Eisler (1892) hielt diese Verbindung für ganz constant, was R. nach seinen Erfahrungen bei Primaten bezweifelt. R. bestreitet ferner den „wie aus Stein gemeisselten“ Satz, dass die Varietäten der Nervenstämme einfach aus Umwegen zu erklären sind, die deren Bündel einschlagen, während die Ursprungs- und Endgebiete stets dieselben bleiben. Dabei sei auf Abweichungen in der Gliederung der Wirbelsäule für die seriale Bestimmung der Spinalnerven sorgfältige Rücksicht zu nehmen. R. glaubt im Gegenteil, dass die sichtbaren Veränderungen nicht zuerst an den Nervensträngen, sondern an deren Endgebieten vor sich gehen, so jedoch, dass die Veränderungen beider Hand in Hand gehen. Gleichbenannte Muskeln und Nerven der Gliedmaassen, sind, wenn sie verschiedenen Körpersegmenten entstammen, als imitatorisch homologe oder *parhomologe* Bildungen zu bezeichnen. Gegen die Trennung eines N. ilioinguinalis vom N. iliohypogastricus spricht sich Verf. aus; weil ersterer häufig als Ast des letzteren oder des ventralen Astes des ersten N. lumbalis erscheint. Während die Untersuchung sich meistens auf die Primaten bezieht, werden der N. genitofemoralis und seine Varietäten speciell erörtert. Der N. lumboinguinalis ist nur ein abgelöster Teil des N. cutaneus femoris lateralis, falls er von demselben (14.) thoracolumbalen Spinalnerven her stammt.

---

**J. Bernstein**, *Lehrbuch der Physiologie des tierischen Organismus, im Speciellen des Menschen*. 8. Stuttgart. 1894. F. Enke. XIV u. 755 Seiten. Mit 271 Holzschn.

Das Buch ist besonders für die praktischen Aerzte bestimmt, es gehört zu der Reihe von Sammlung von Lehrbüchern, die, in demselben Verlage erscheinend, als „Bibliothek des Arztes“ bezeichnet werden. Eine genauere Analyse davon zu geben, ist im Rahmen dieser Monatsschrift unzulässig, doch soll hervorgehoben werden, dass die anatomischen und mikroskopischen Thatsachen, welche in moderne Anschauung gekleidet, auf die physiologischen Vorstellungen, wie auf die Thätigkeit des Arztes zu influieren haben, besonders ausführlich und klar dargestellt sind. Als solche können aufgezählt werden: die Mechanik der Gelenke, die feinere Anatomie der Sinnesorgane und vieles Andere. Die Ausstattung ist, wie immer bei den genannten Lehrbüchern, lobenswert.

---

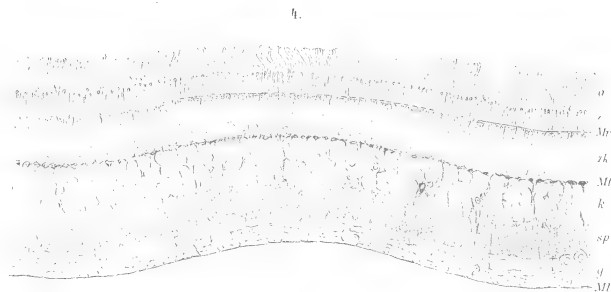
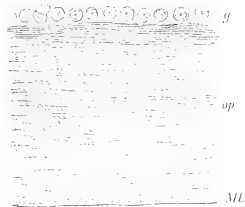
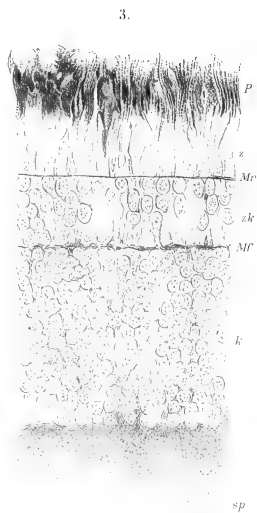
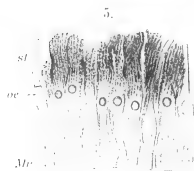
**C. Benda**, Privatdocent an der Universität Berlin, und Fräulein **Paula Günther**, *Histologischer Handatlas*. Ein Sammlung mikroskopischer Zeichnungen nach dem Präparat, für den Gebrauch bei praktischen Uebungen. 4. Leipzig u. Wien. 1895. F. Deuticke. VI S. u. 60 Taf. mit 60 Blatt Erklärungen u. 5 S. Register.

Fräulein Paula Günther hat die ca. 200 Zeichnungen des vorliegenden Atlas künstlerisch schön nach Präparaten des Berliner physiologischen Instituts ausgeführt. Sie sind ausserordentlich instructiv und zum Gebrauch am Mikroskop in mikroskopischen Cursen bestimmt, zeigen alles das, was der Studierende an seinem eigenen (gefärbten) Präparat zu sehen erwarten darf. Die Methoden sind vielseitig und ganz modern, die Zeichnungen naturgetreu unter Correction etwaiger Fehlstellen einzelner Präparate, die Querschnittsserie von Medulla oblongata und Pons besonders vollständig. Den Ref. hat namentlich ein Durchschnitt der Fovea centralis in der Retina nach einem Präparate von G. Fritsch interessiert. Man kann der praktischen, vom Herrn Verf. getroffenen Anordnung nur vollen Beifall zollen und diesem Handatlas weiteste Verbreitung wünschen.

---





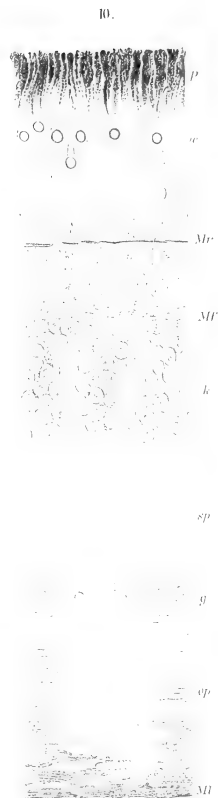
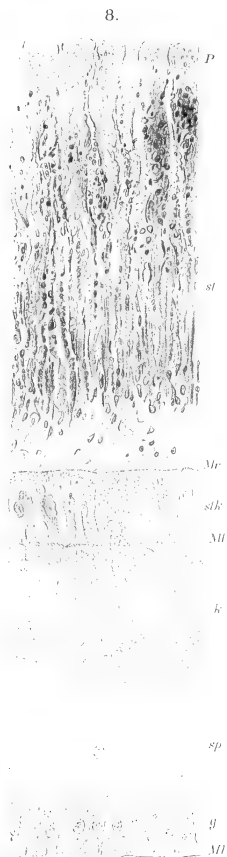
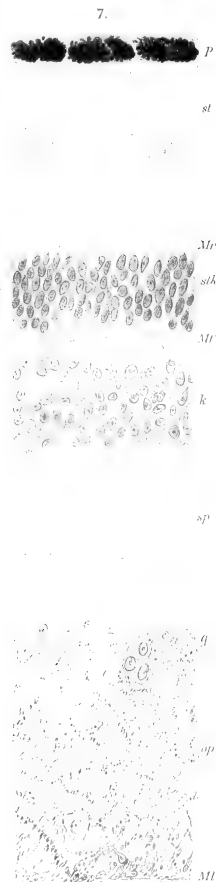


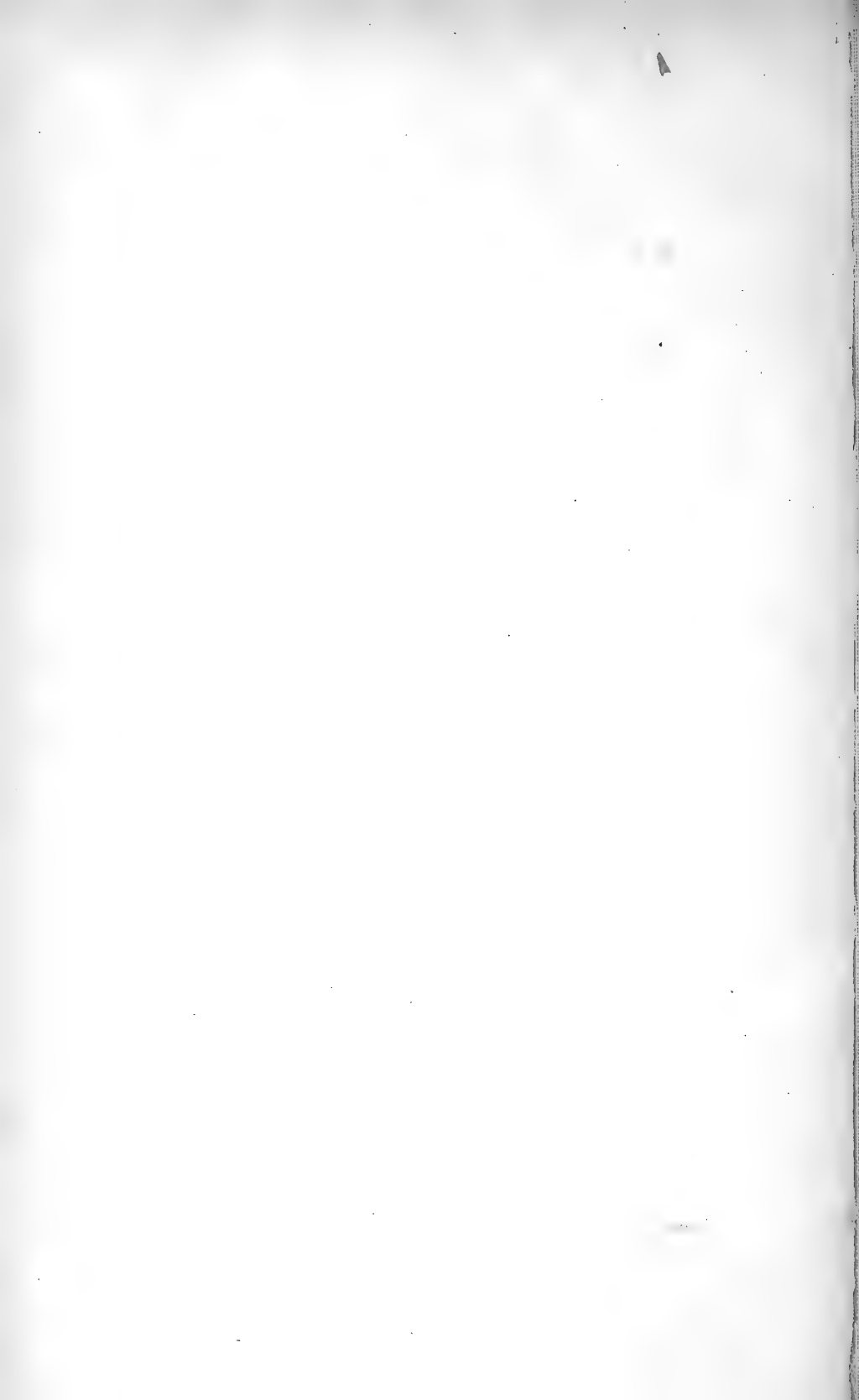












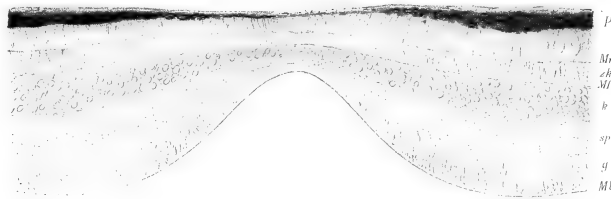




11.



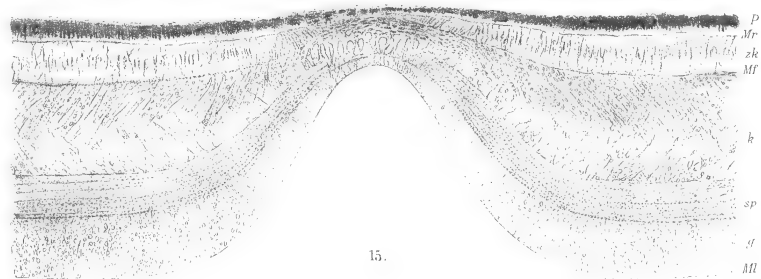
12.



13.



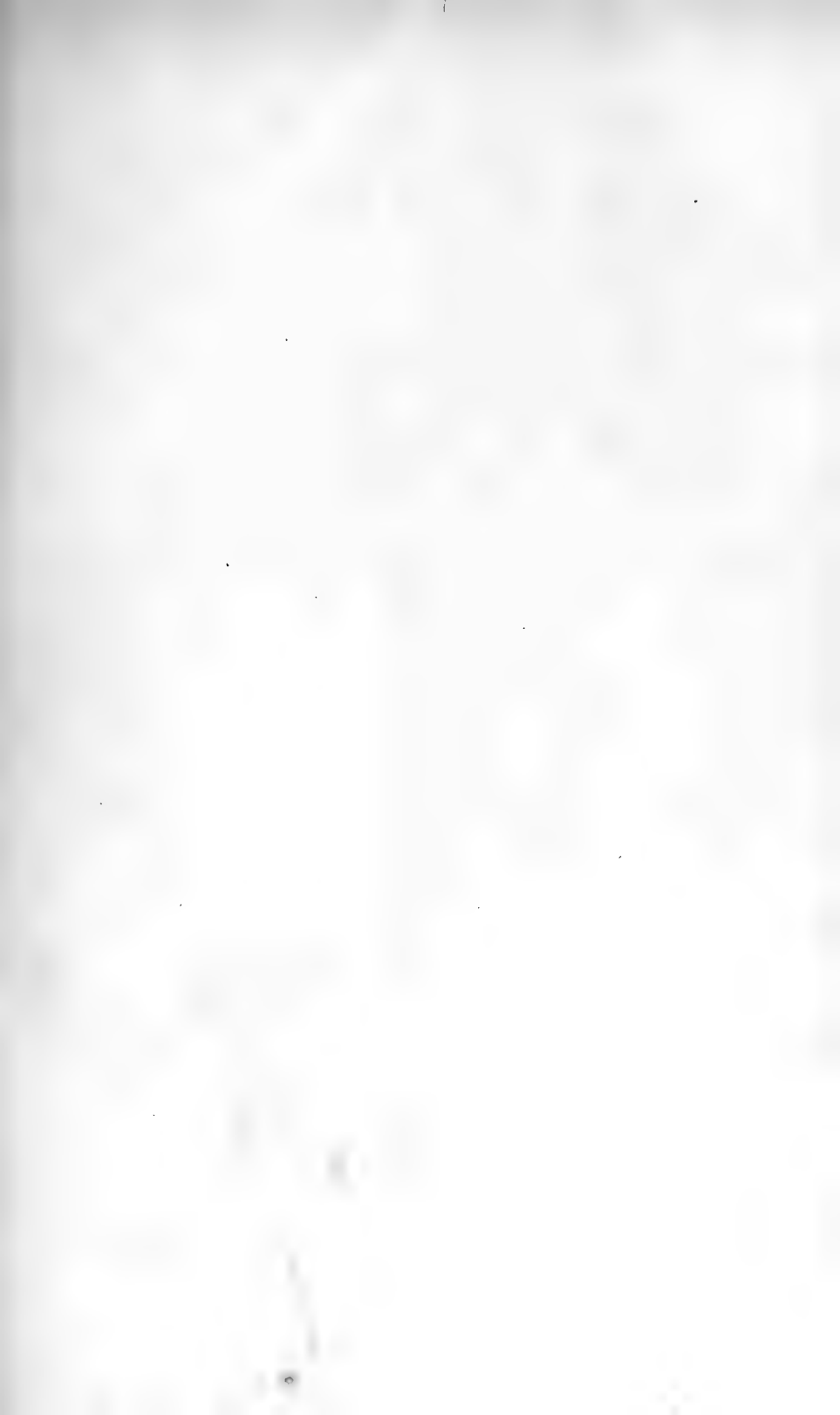
14.



15.



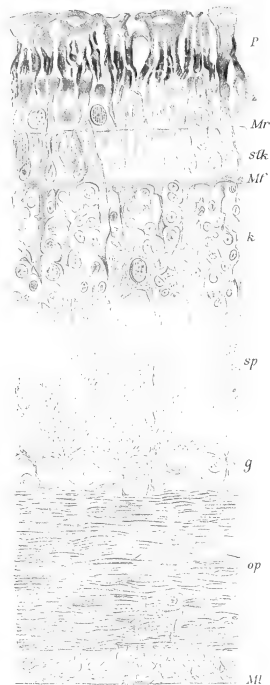








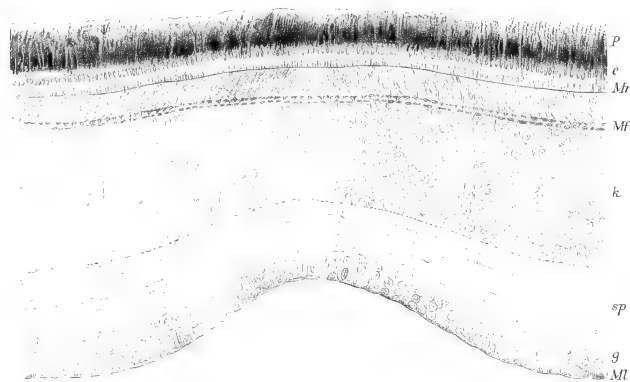
16.



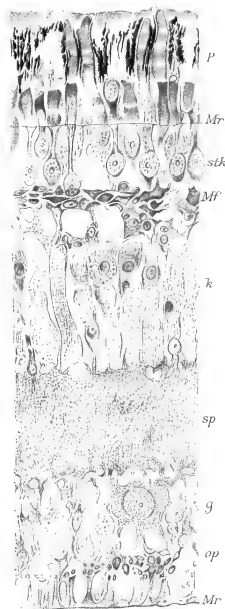
17.



19.



18.





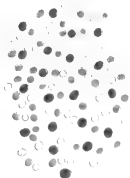




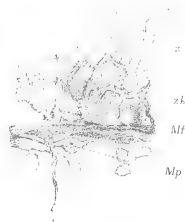
20.



21.



22.



23.



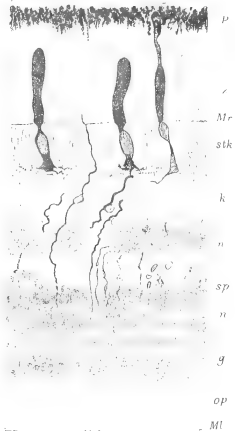
24.



25.



26.



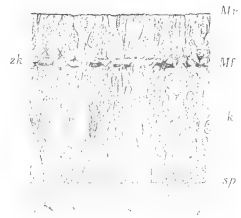
27.



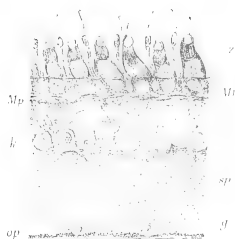
28.

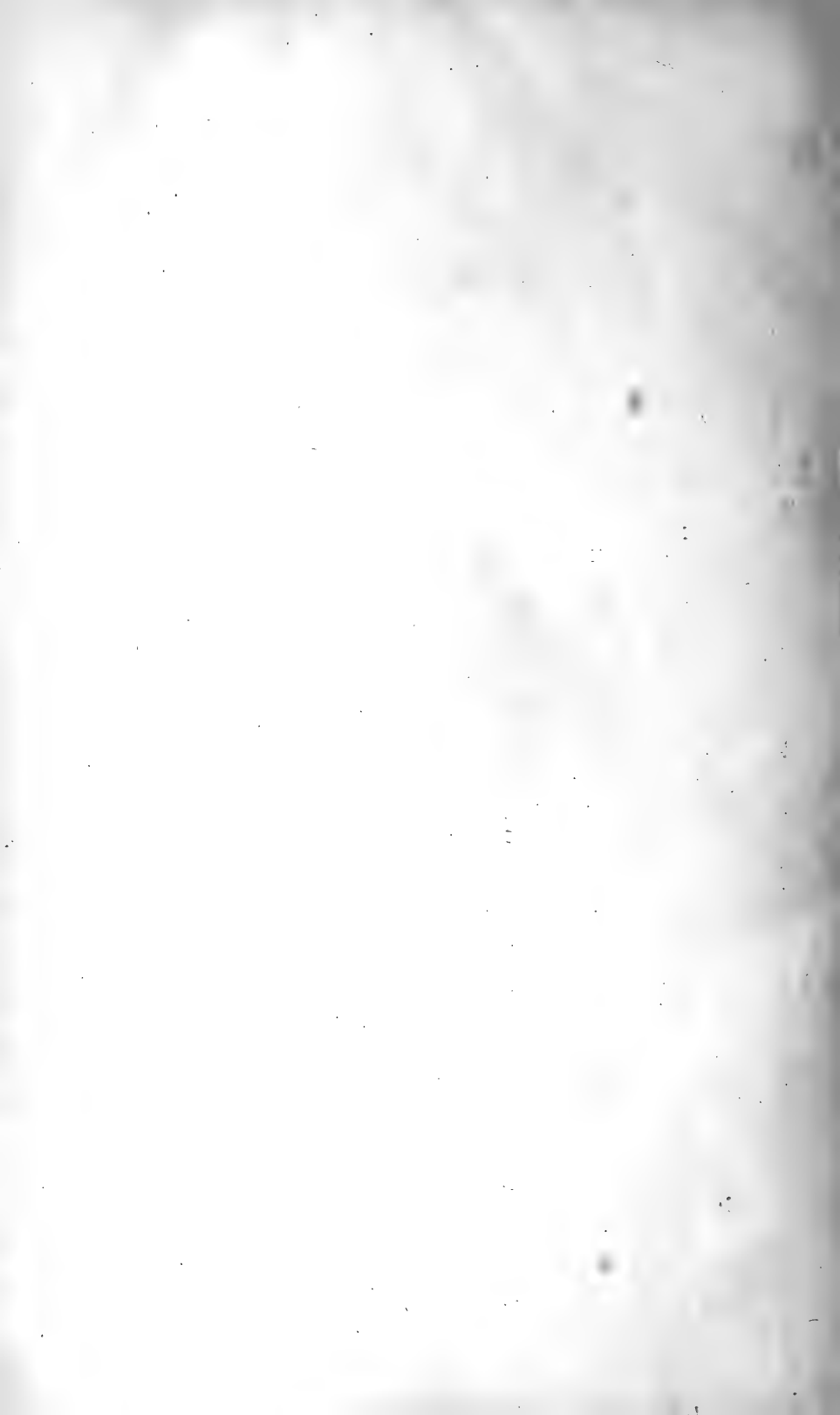


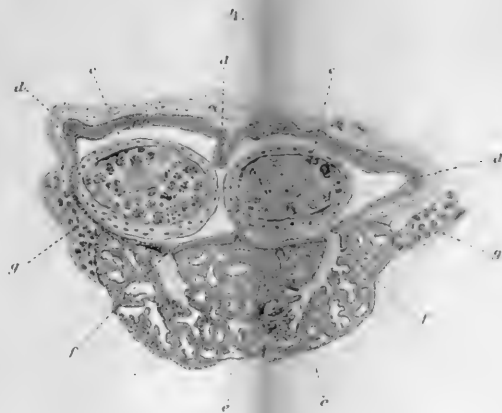
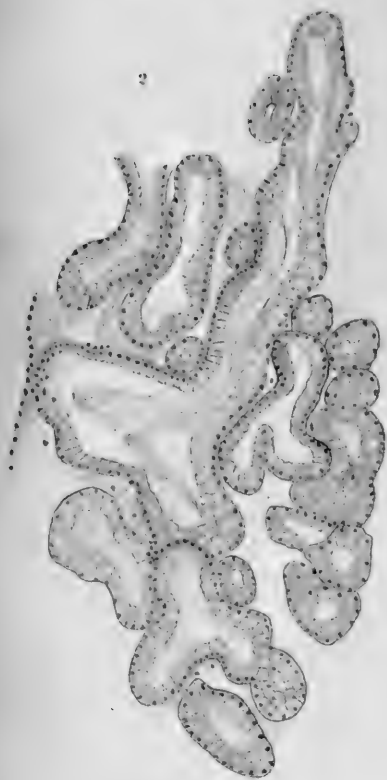
29.



30.



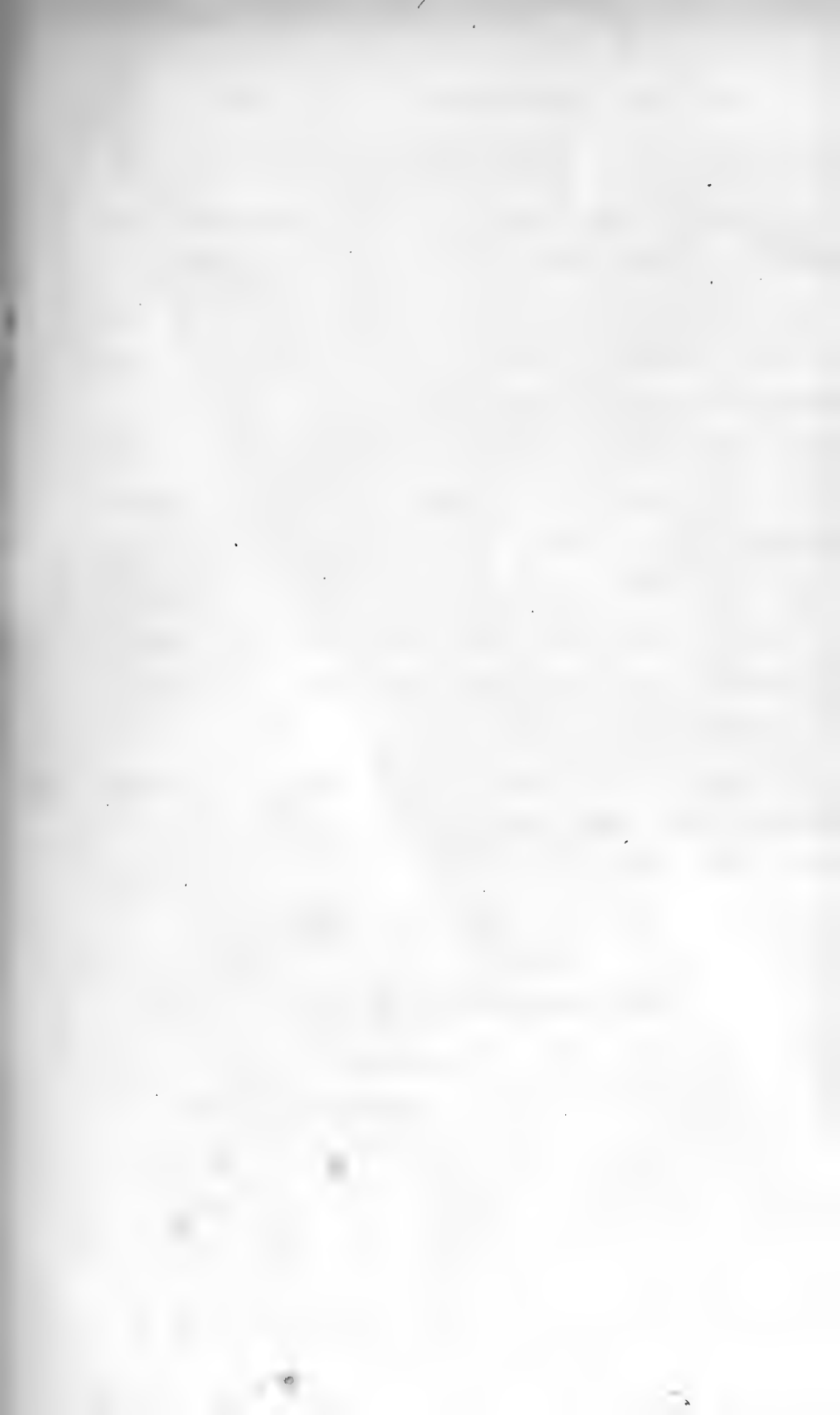




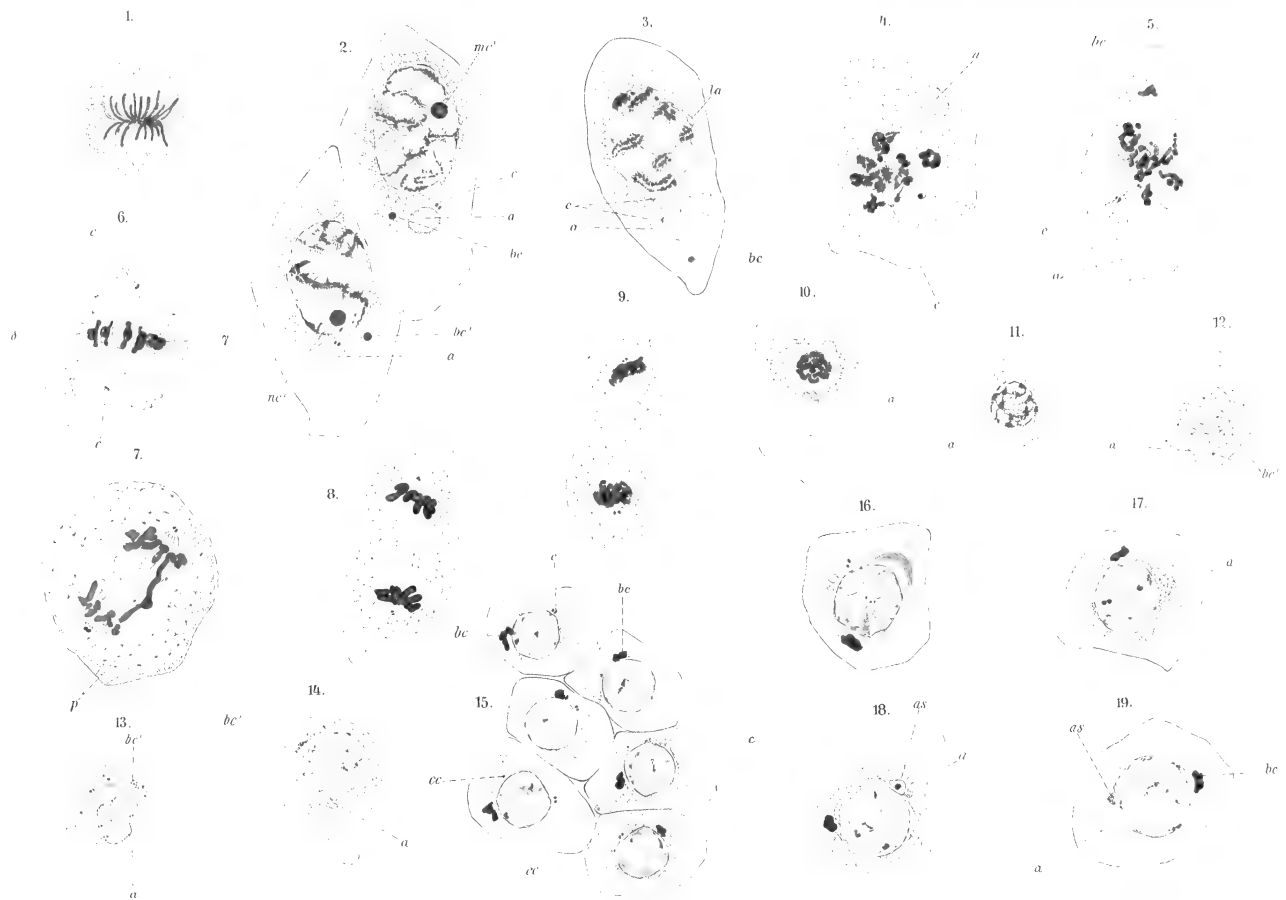
Bisogni: Glandula linguale della Vipera Redii







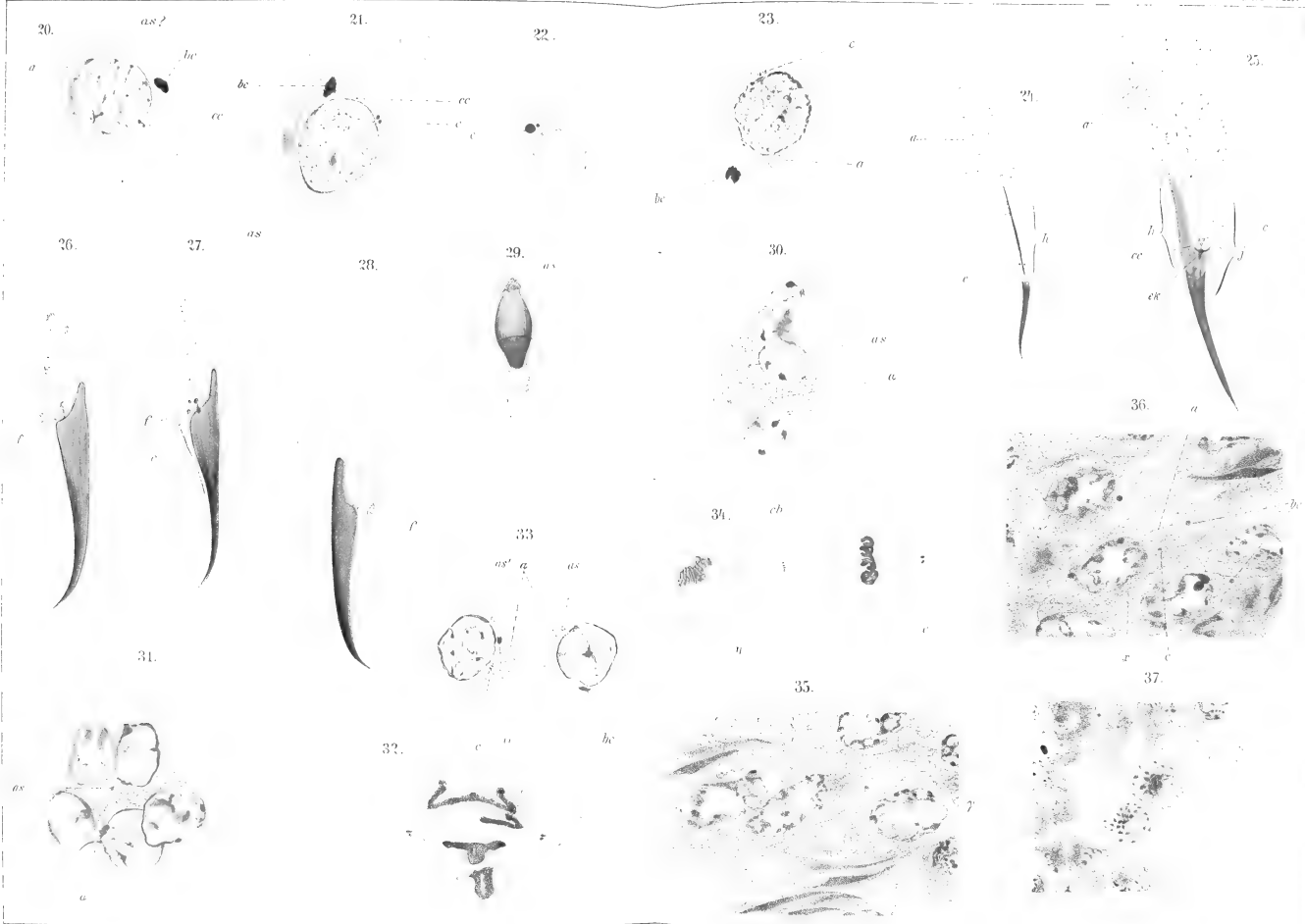


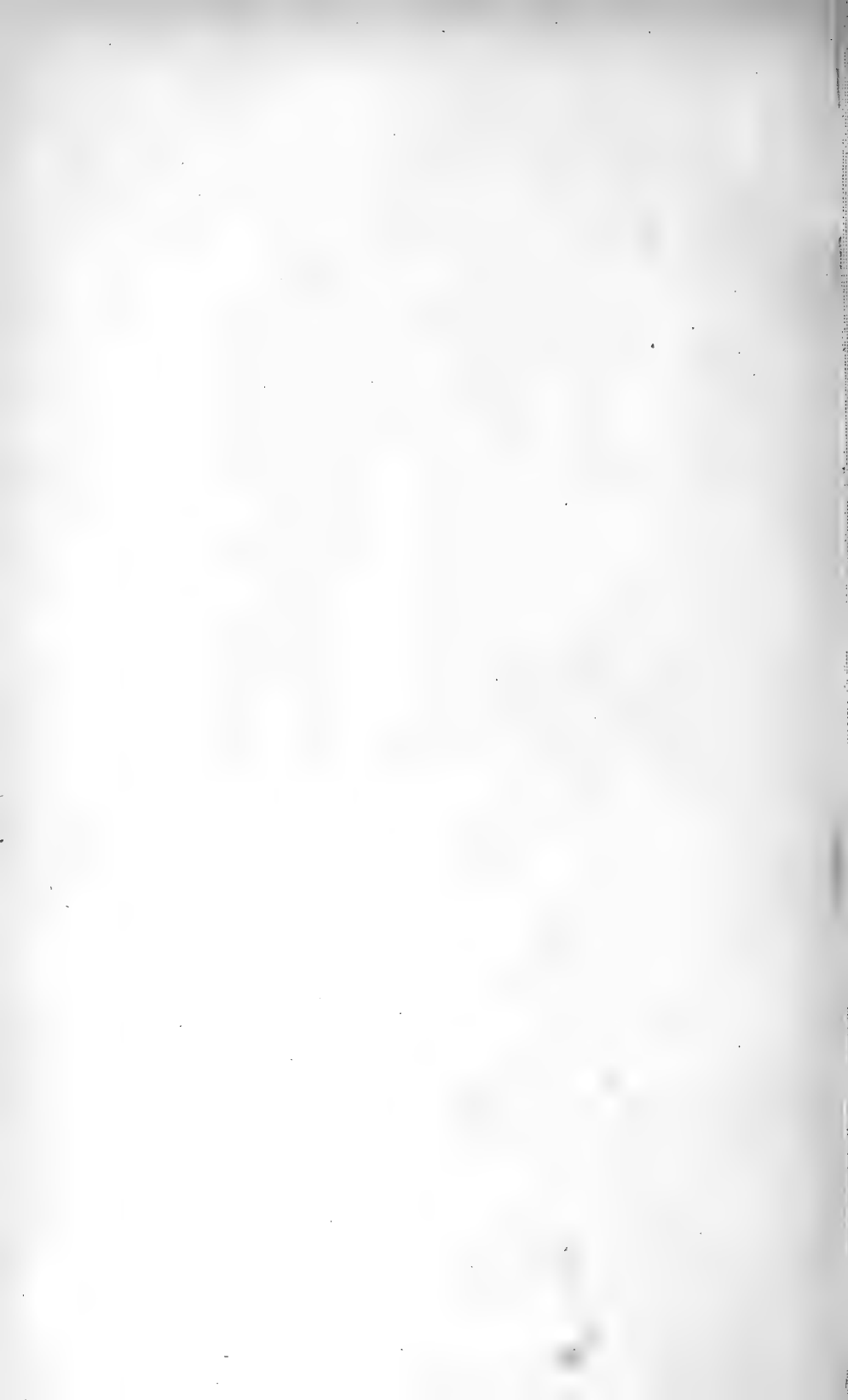














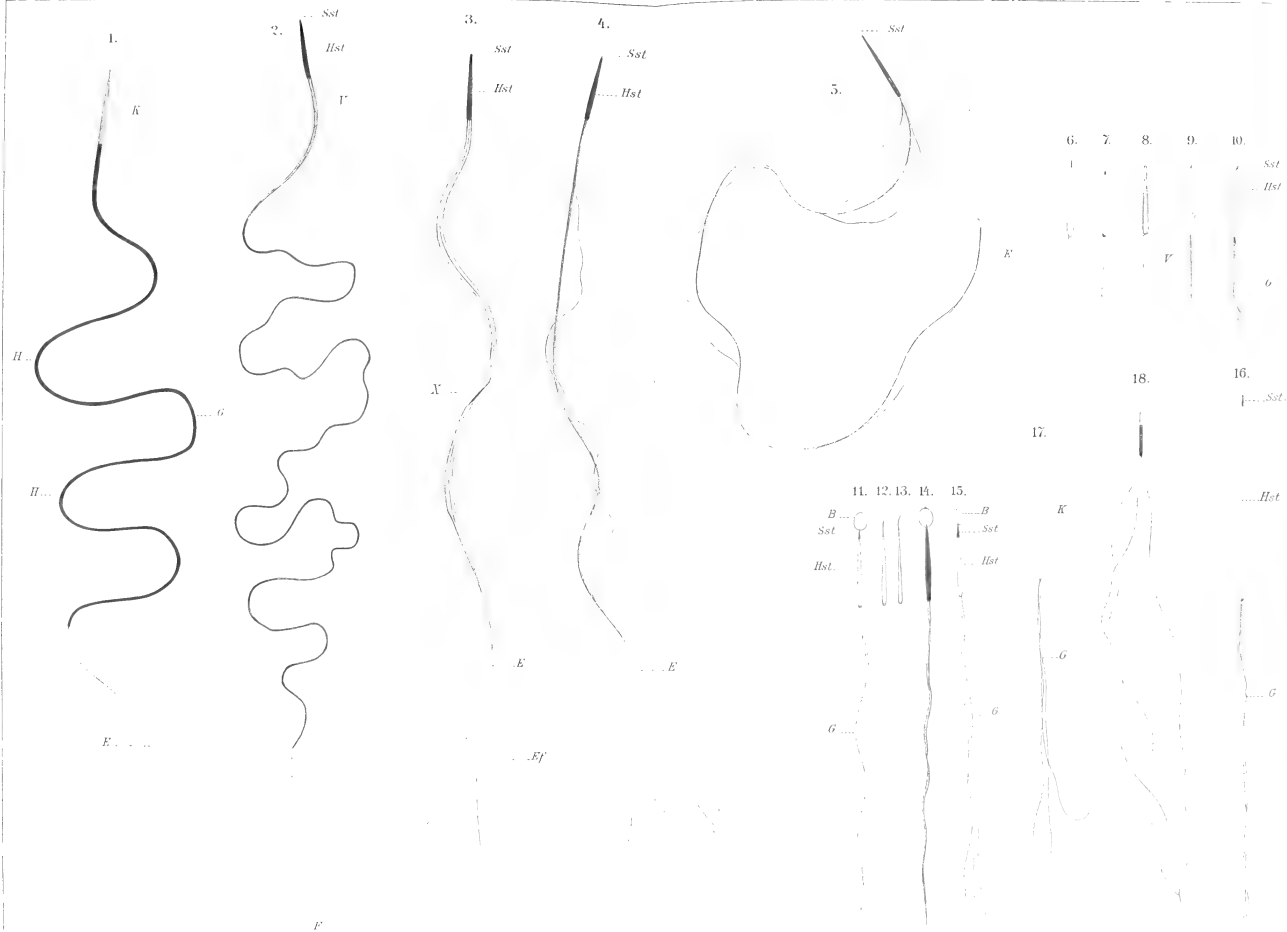


Majewski: Becherzellen im Darmkanal.

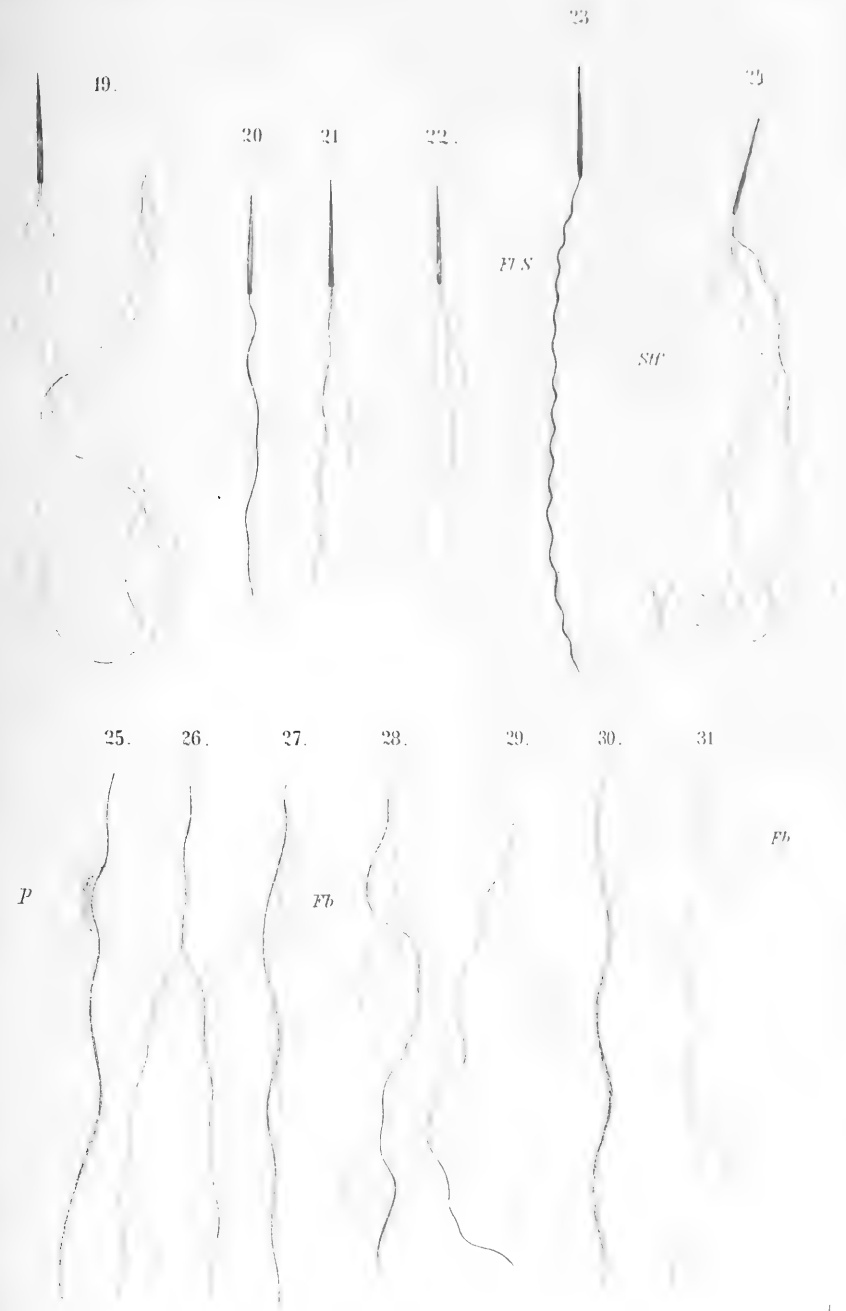


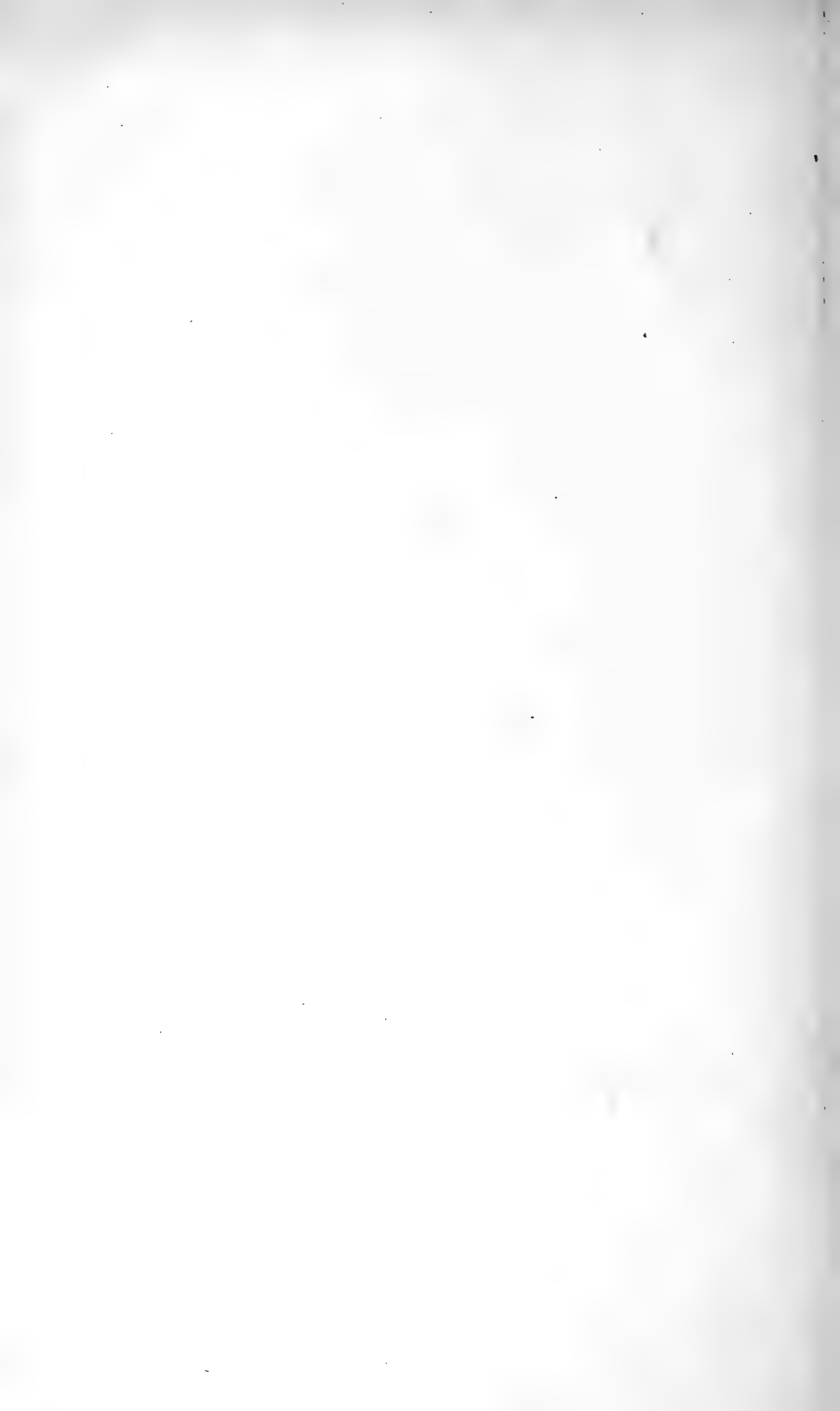




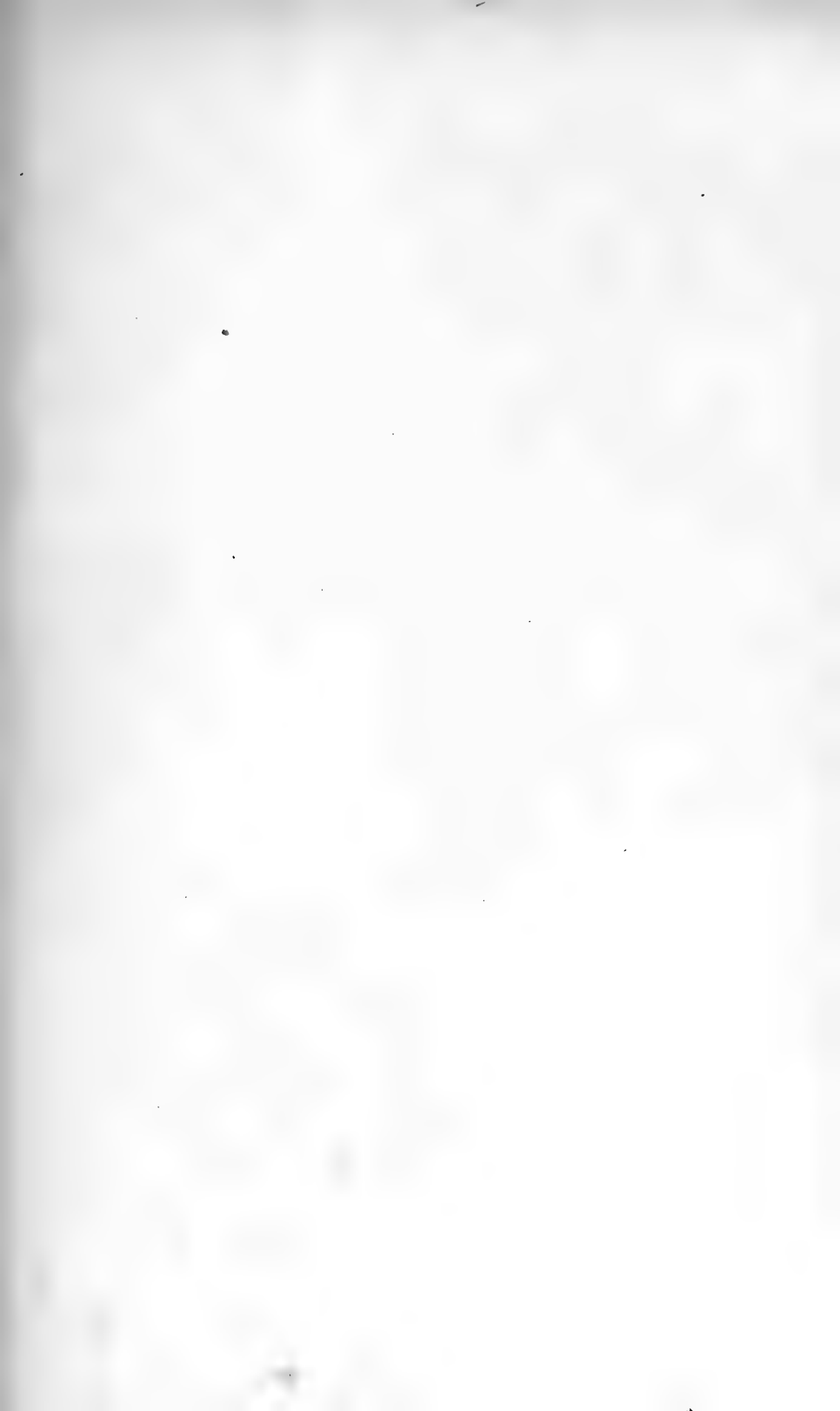




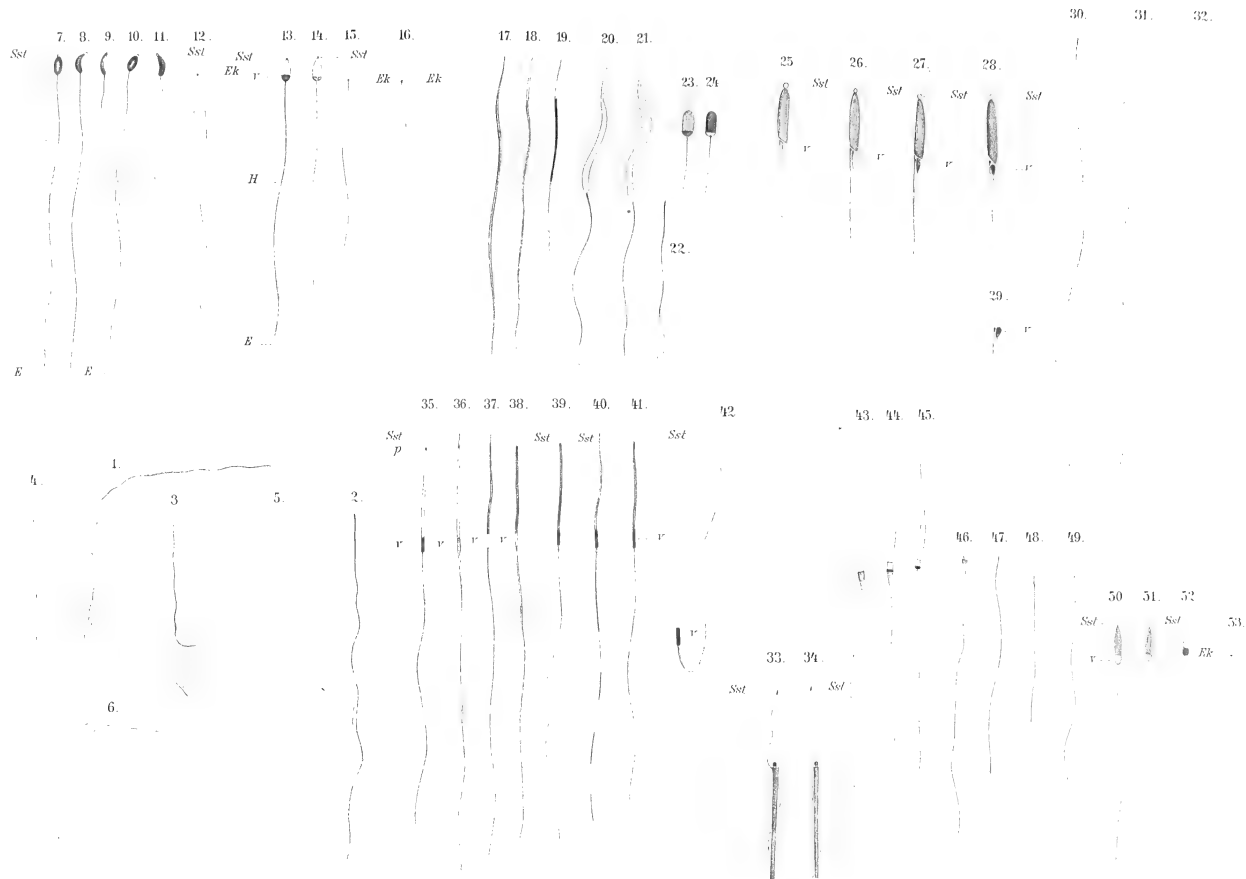




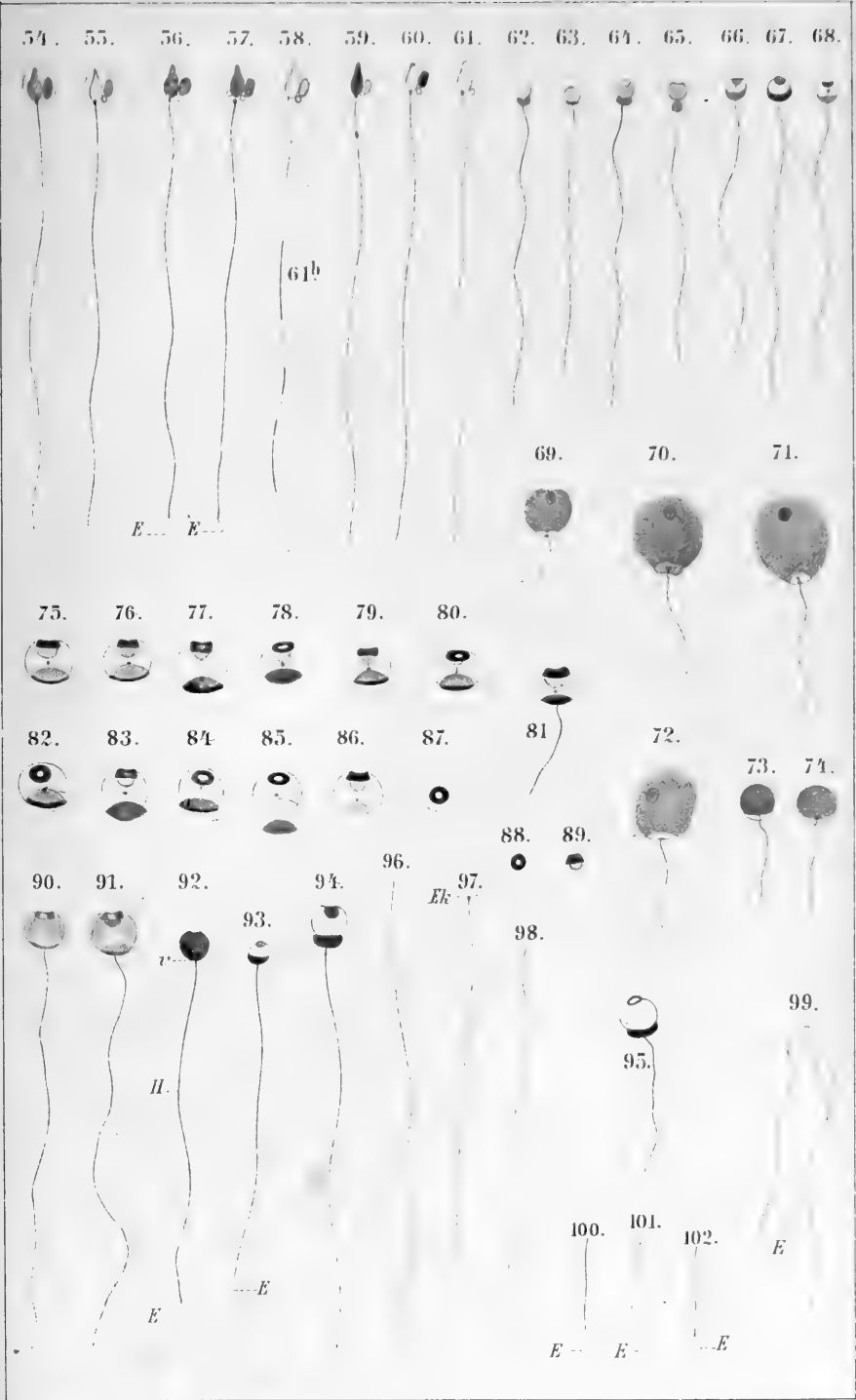












Emil Ballowitz: Spermatozoen der Wirbellosen.













# *Empirische und berechnete Curven der Variationsreihen.*

Fig. 3

$N-69, M^{0e}-86.71^{600}$

$T_2 = 6.33$

$M-T_2=79.38, M+T_2=92.50$

$H_2 = 0.76$

$M-H_2=85.44, M+H_2=86.93$

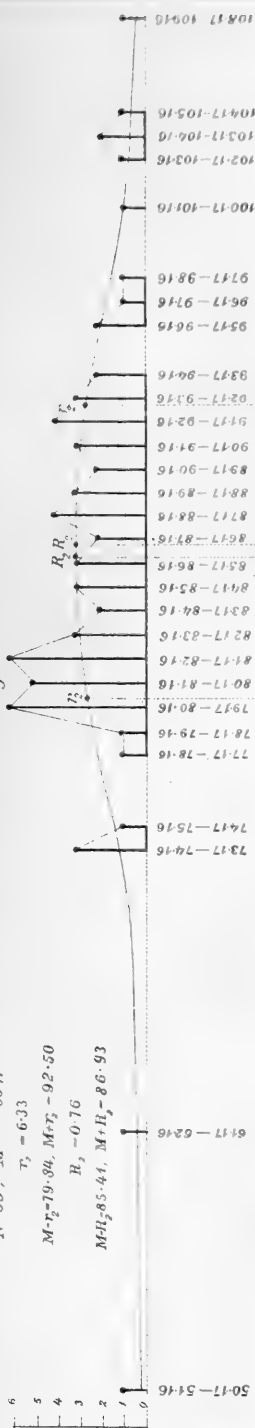


Fig. 2

$N-H M^{0e}-20.0^{72}$

$T_2 = 0.74$

$M-T_2=19.26, M+T_2=20.74$

$H_2 = 0.22$

$M-H_2=18.82, M+H_2=20.96$

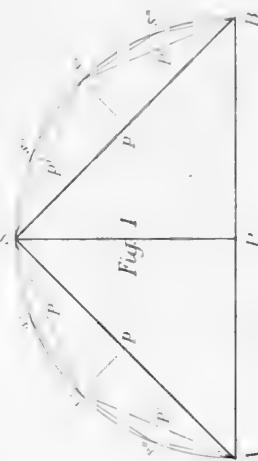


Fig. 4

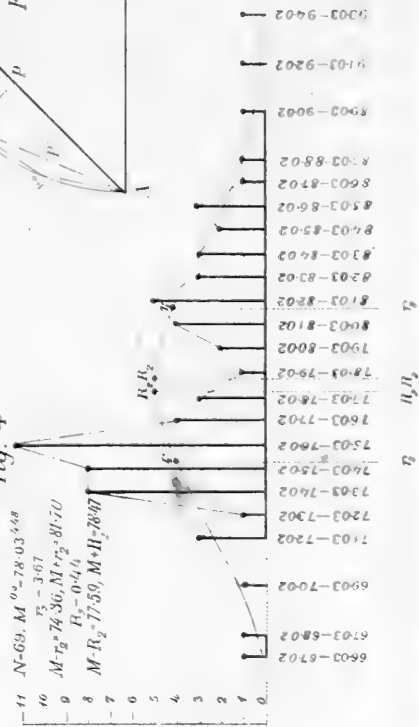
$N-69, M^{0e}-78.03^{448}$

$T_2 = 3.67$

$M-T_2=74.36, M+T_2=81.70$

$H_2 = 0.44$

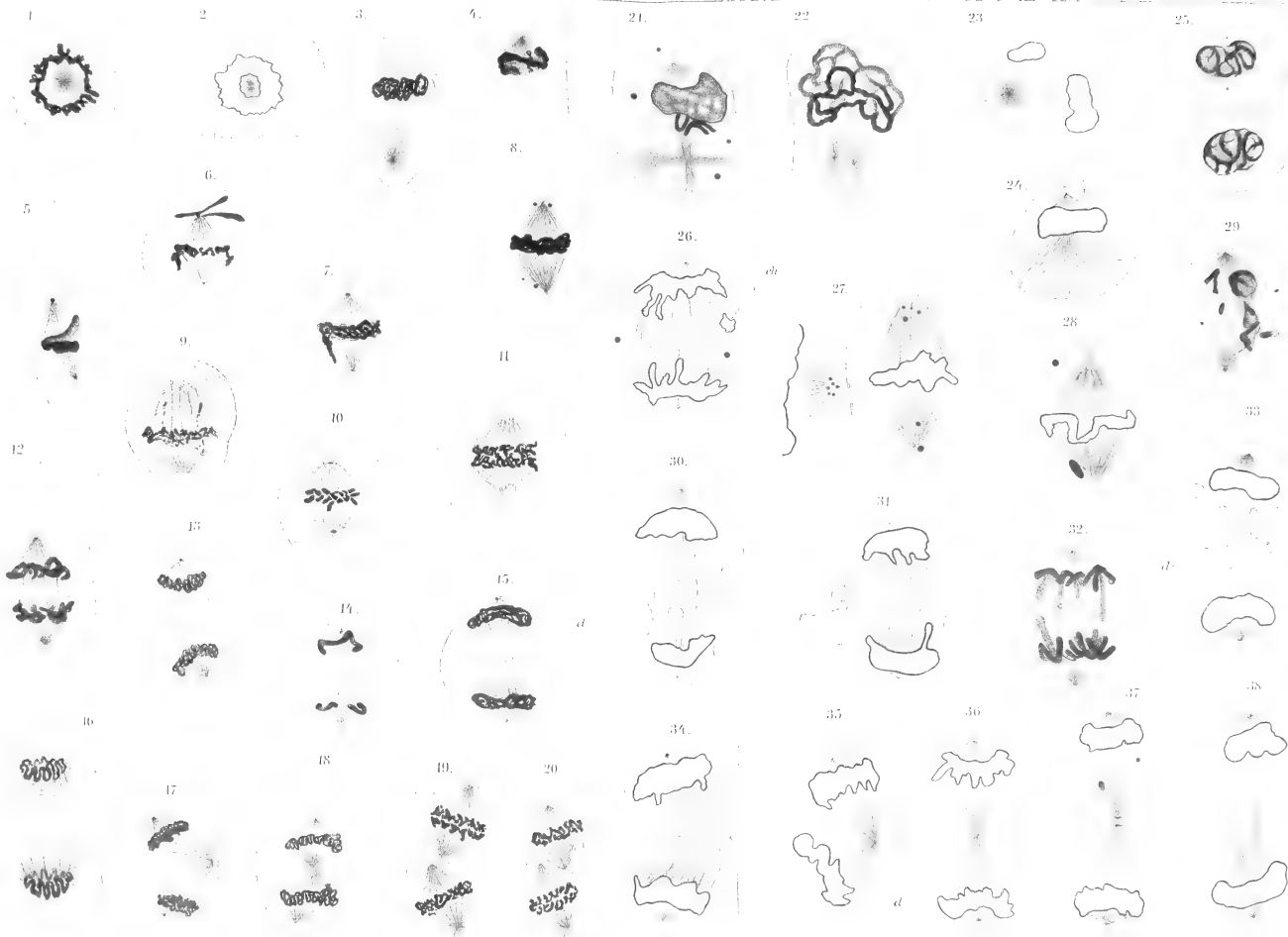
$M-H_2=77.59, M+H_2=78.97$











Mitrophanow: Division cellulaire indirecte.





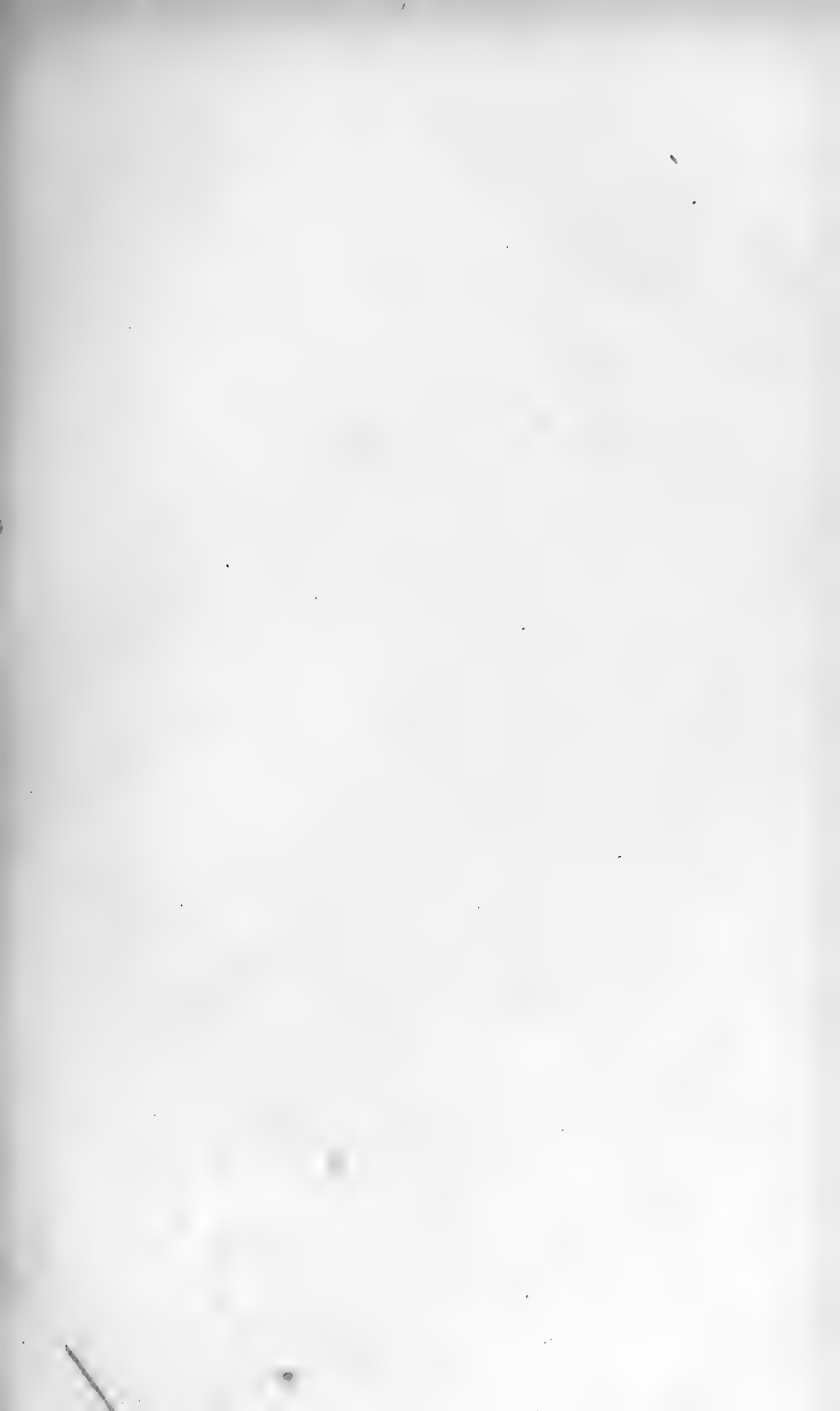






Fig. 1.

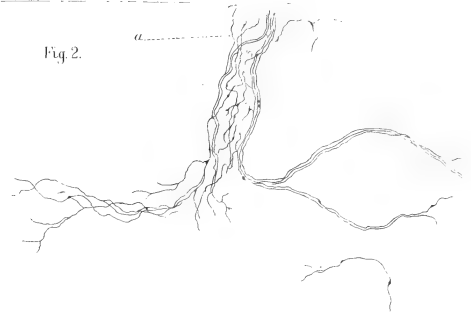


Fig. 2.

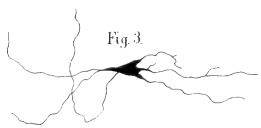


Fig. 3.



Fig. 6.

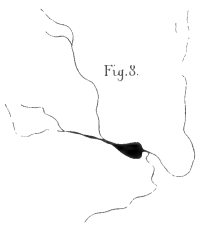


Fig. 8.



Fig. 4.

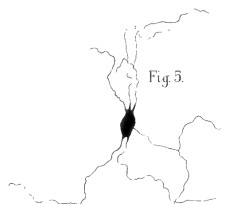


Fig. 5.



Fig. 9.

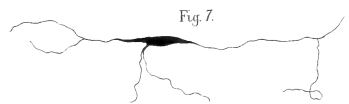
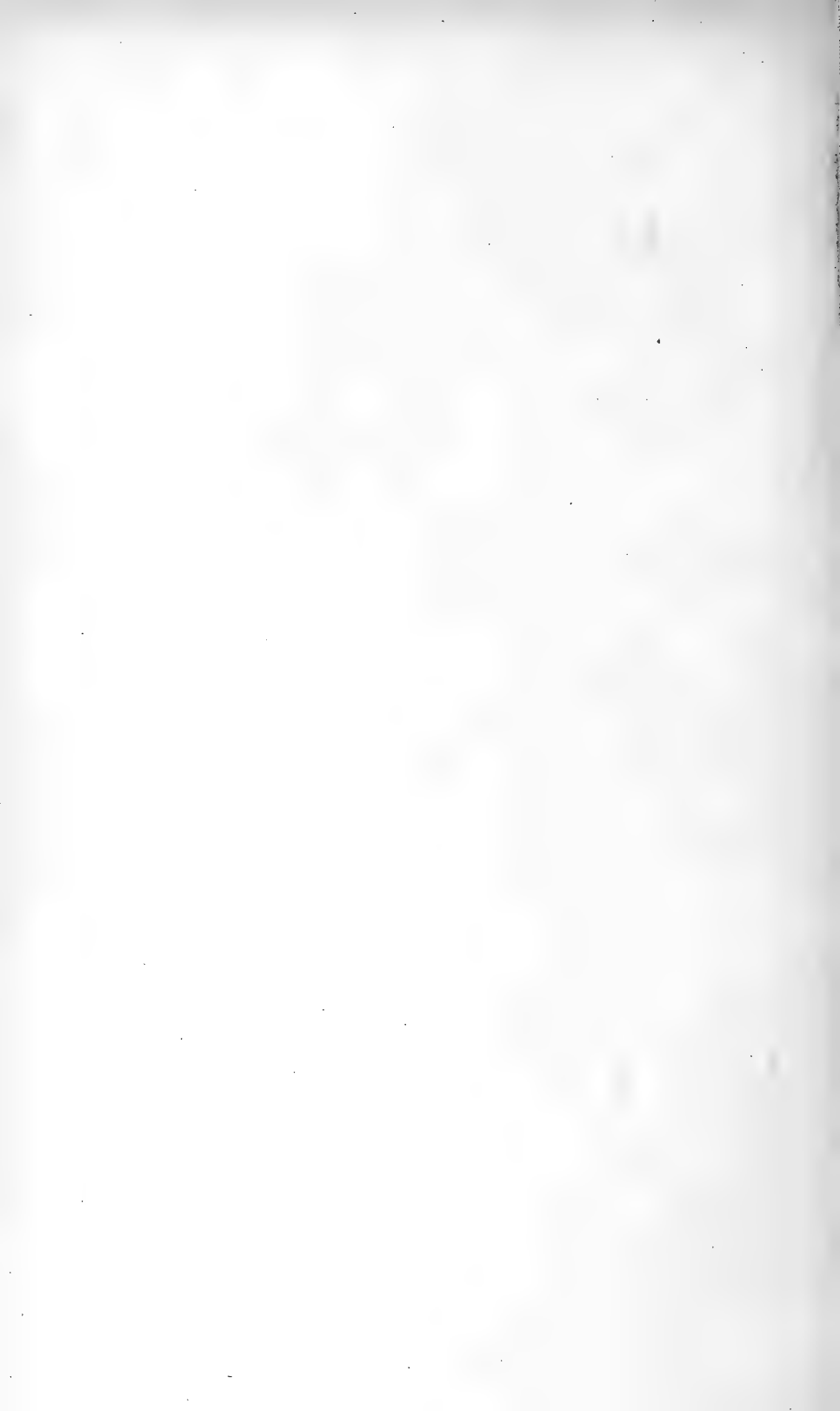
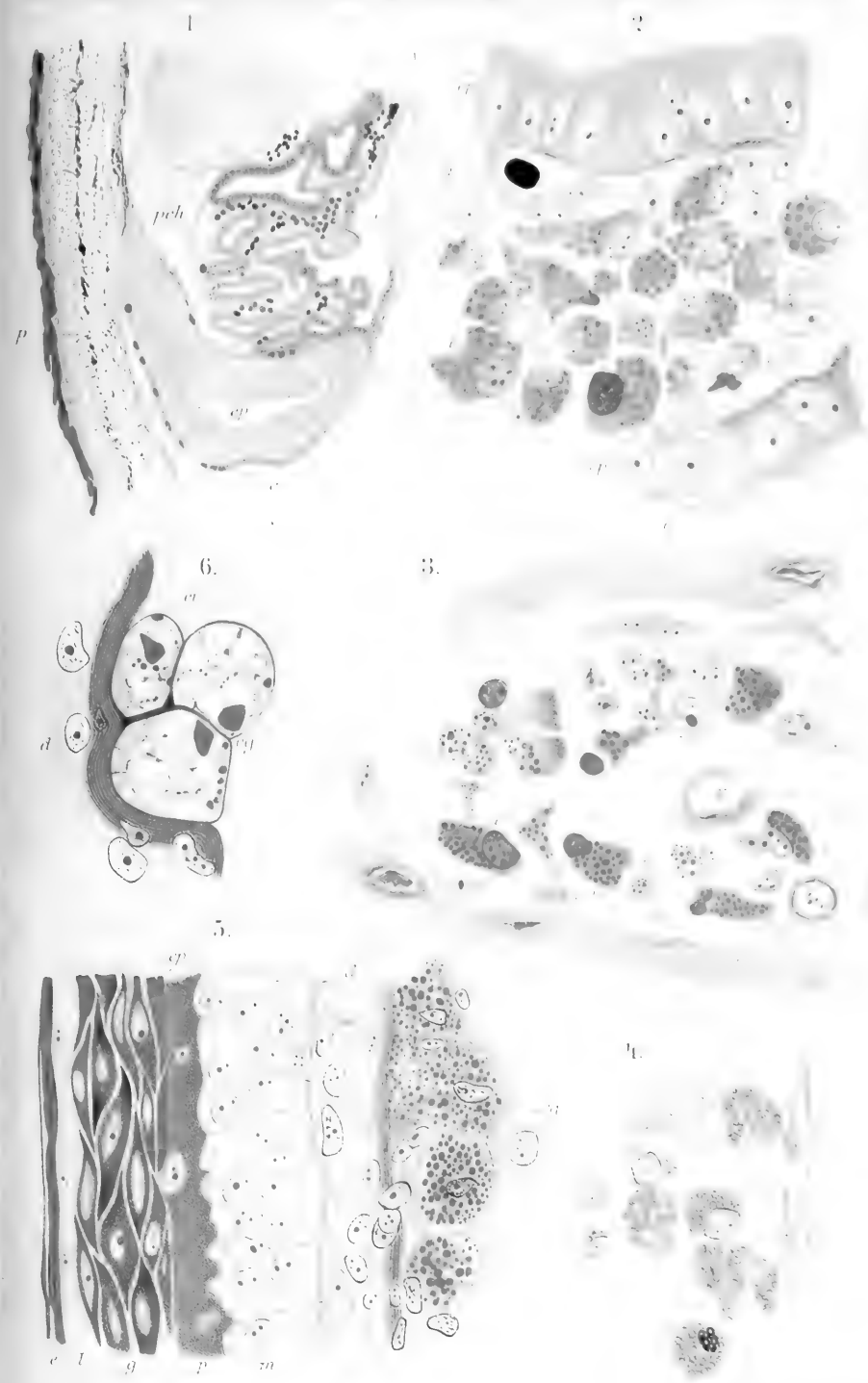


Fig. 7.

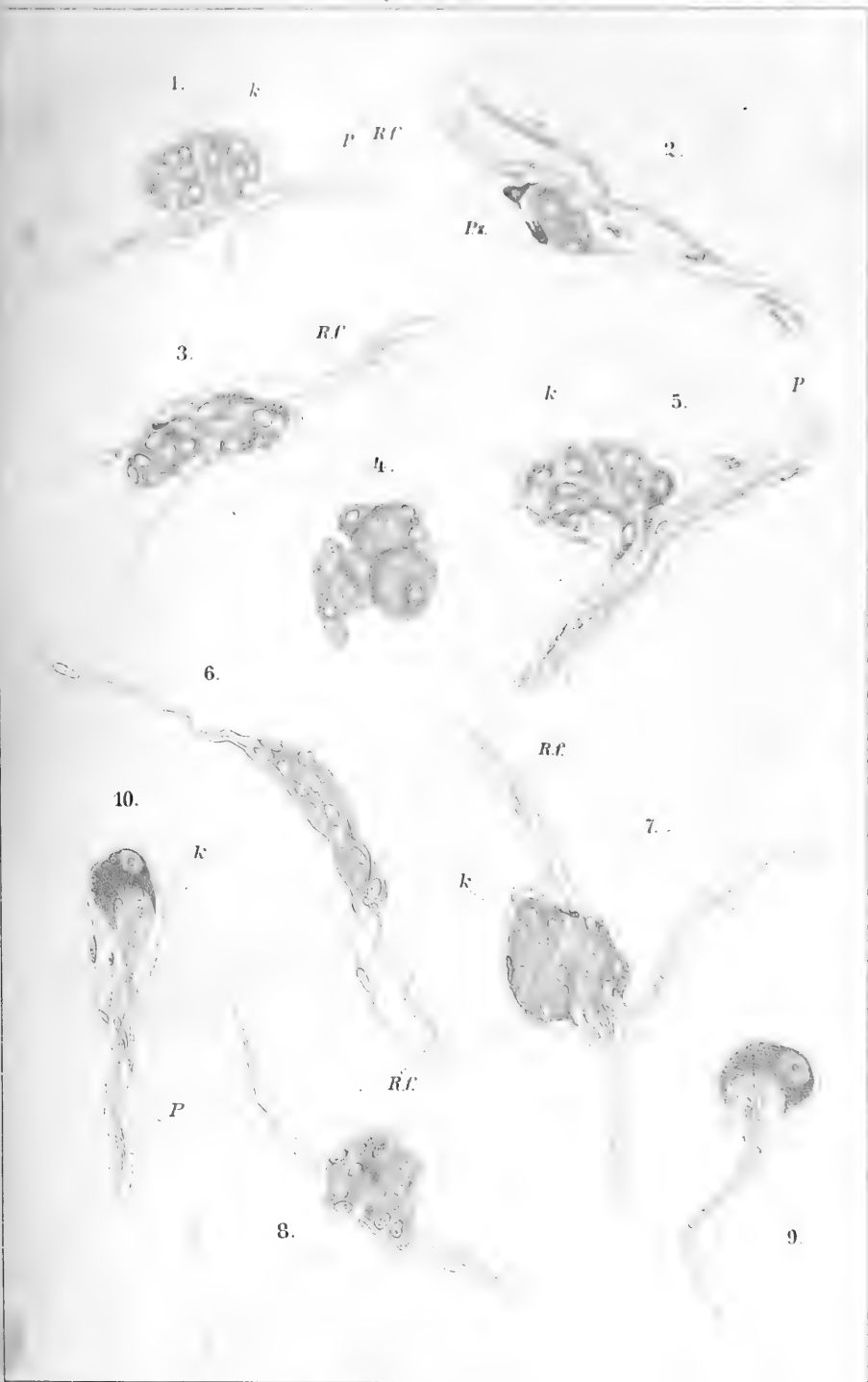


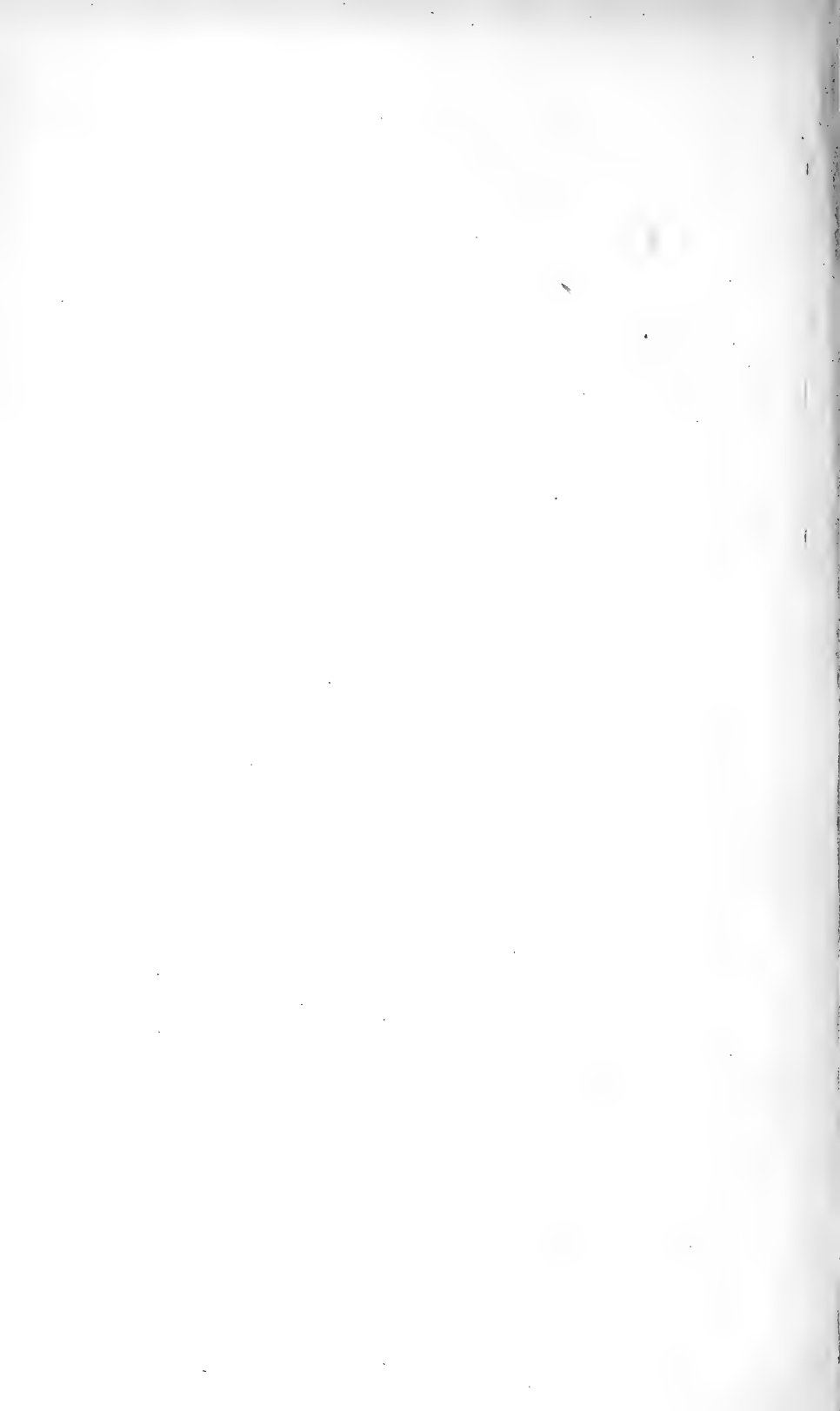
Fig. 10.



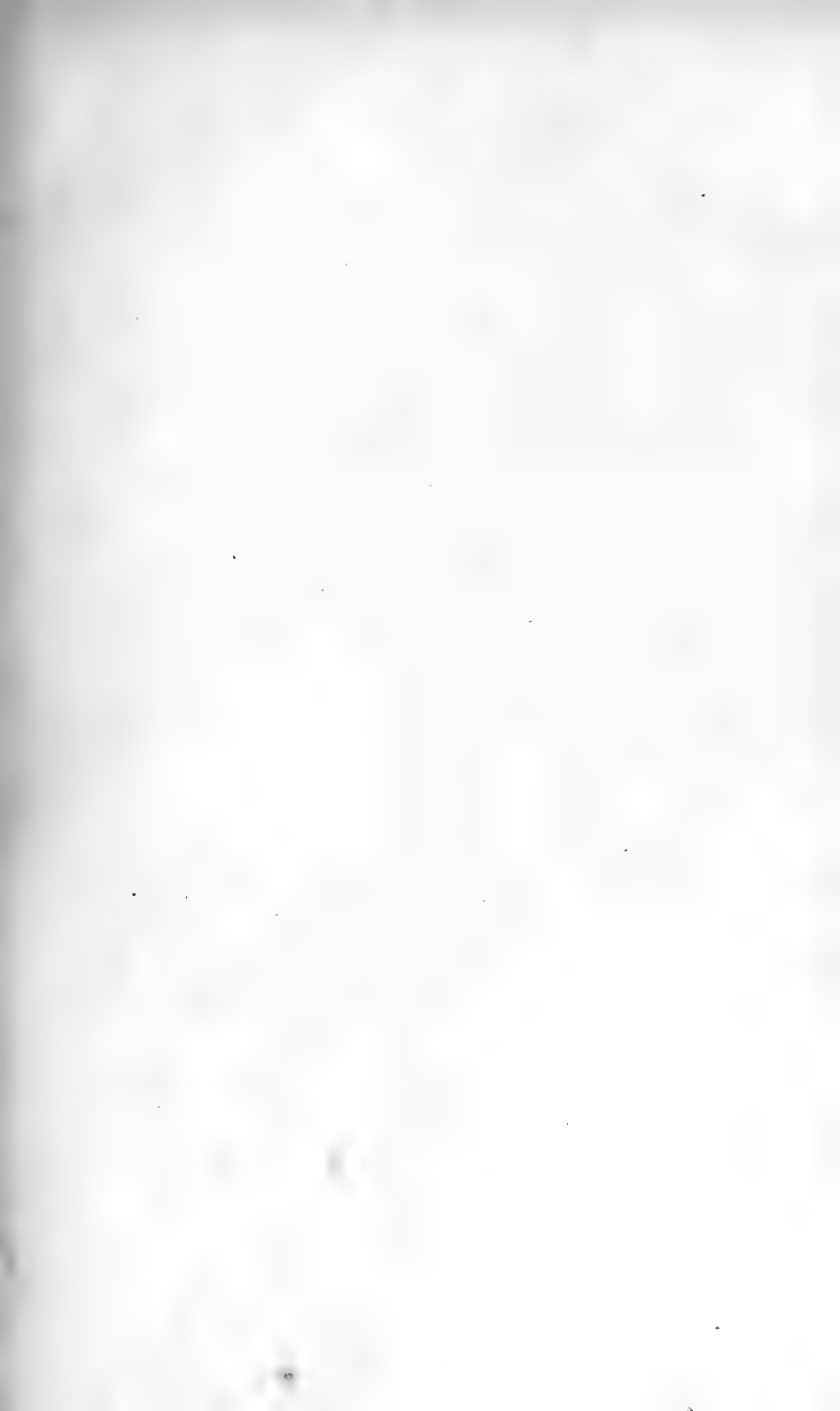




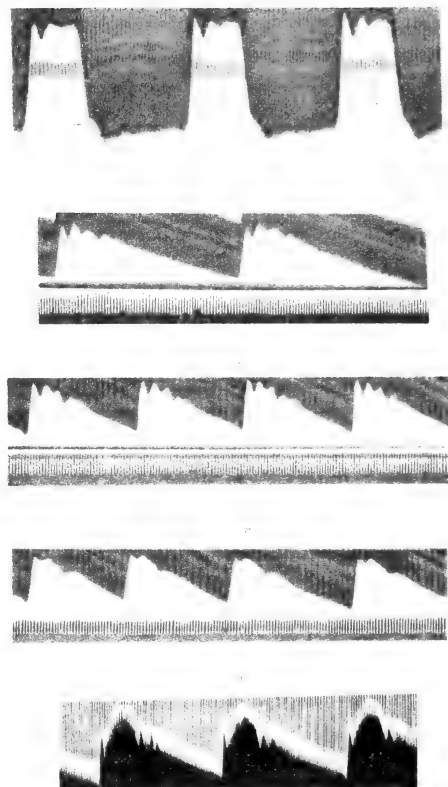
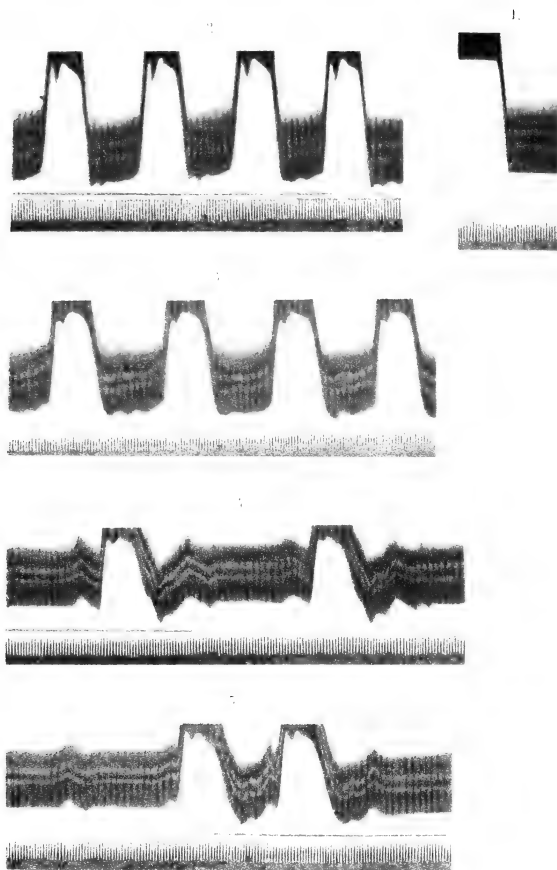


















1.



3.



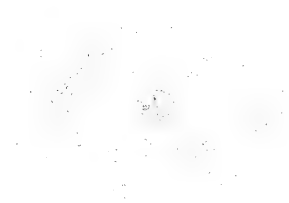
6.



e



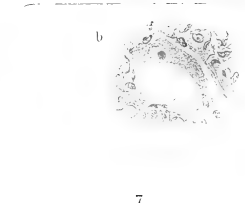
5.



a



a



b

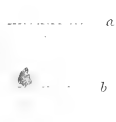
d



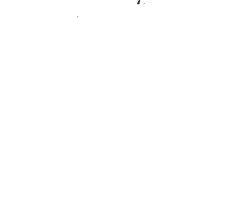
2.



4.



7.









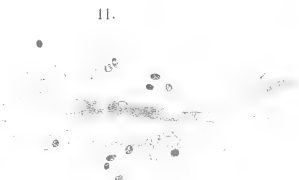


9.



m

11.

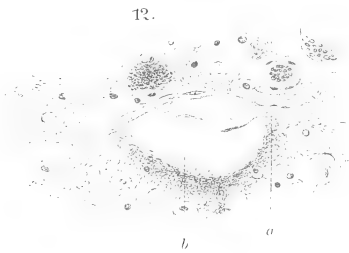


10.



n

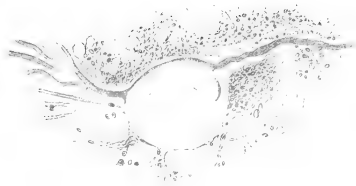
12.



b

a

13.



b

Pl.

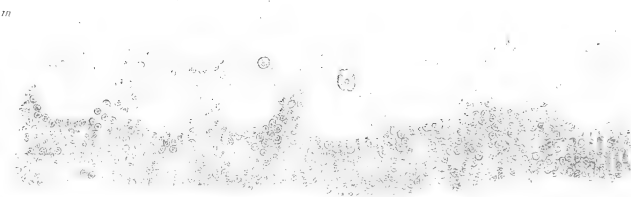
a

15.



m

g



16.

a

c

n

b

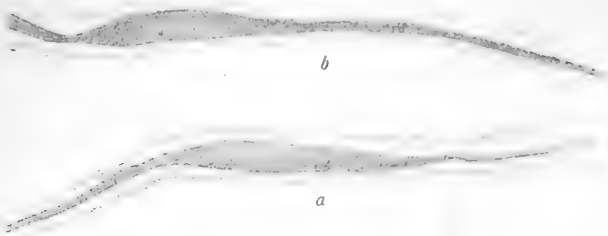
n

m

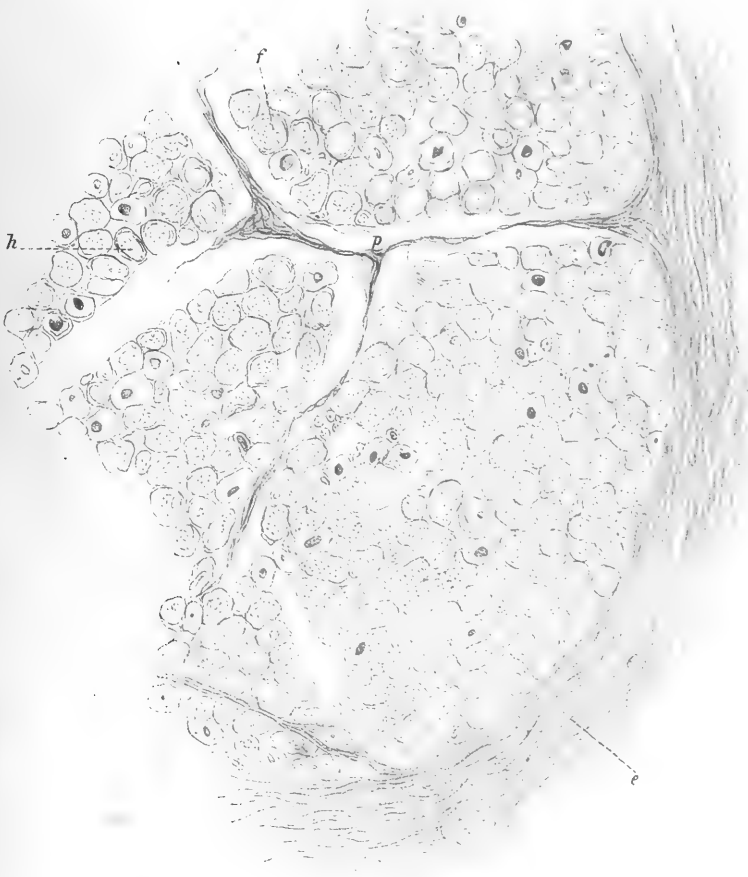


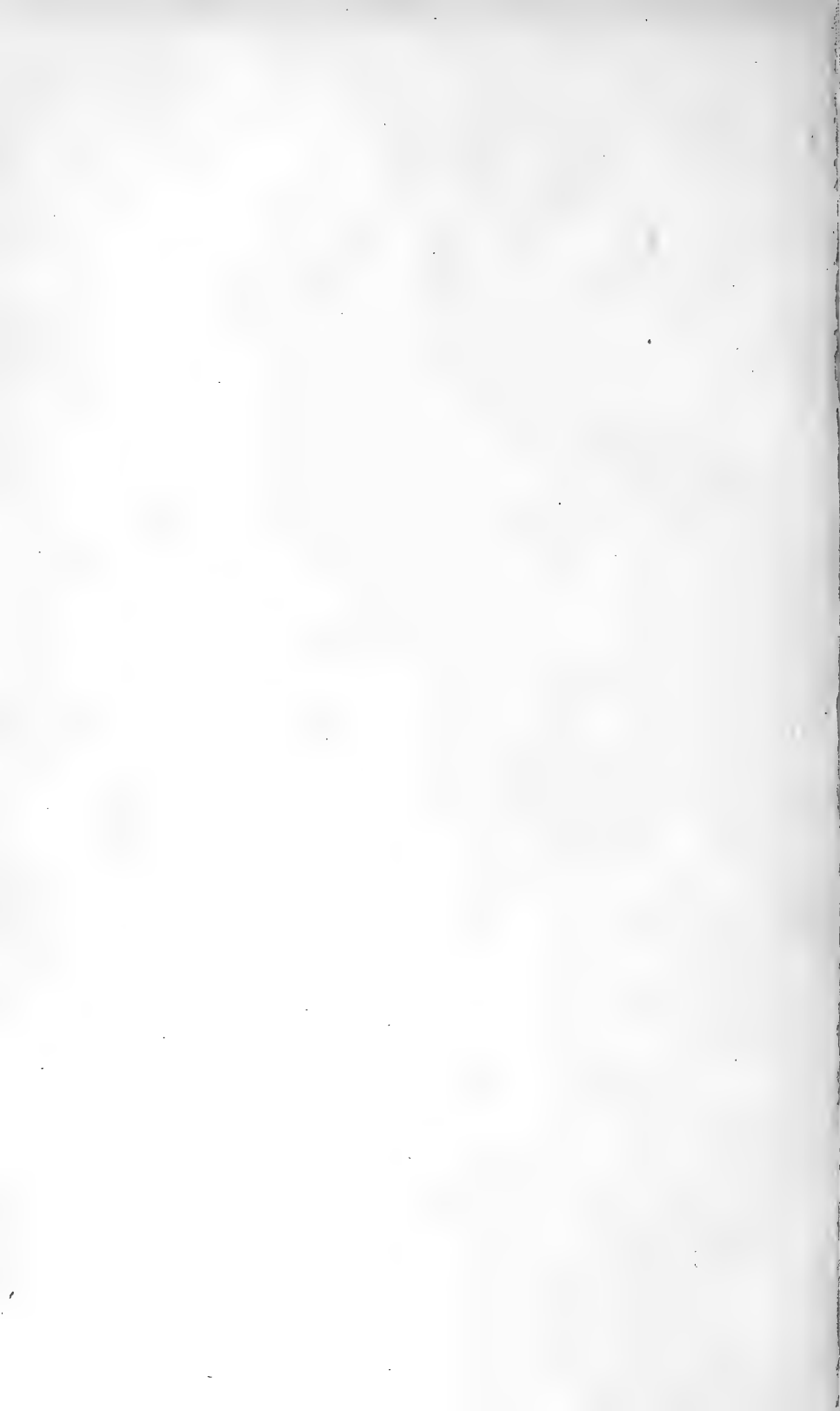


17.



18.

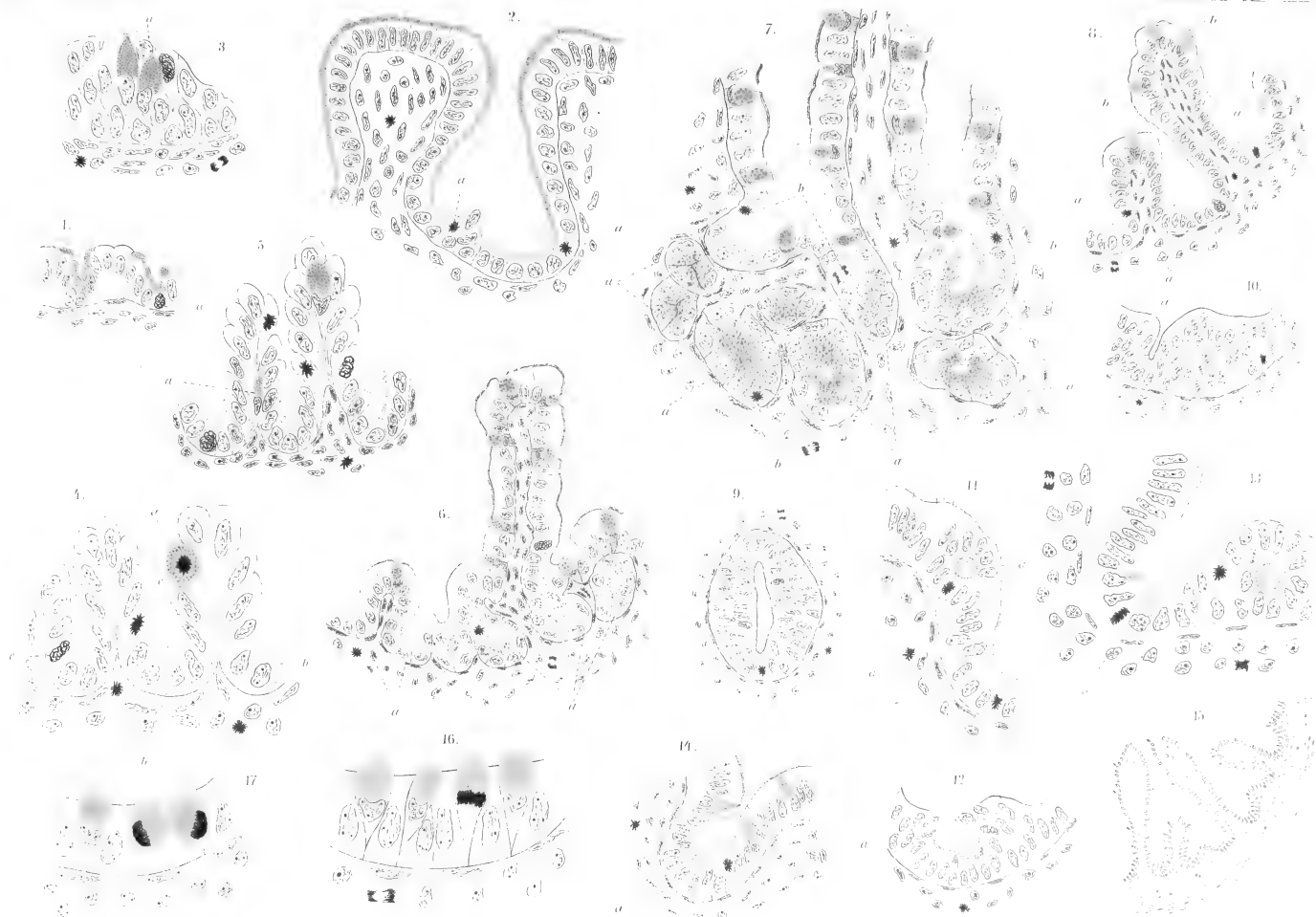


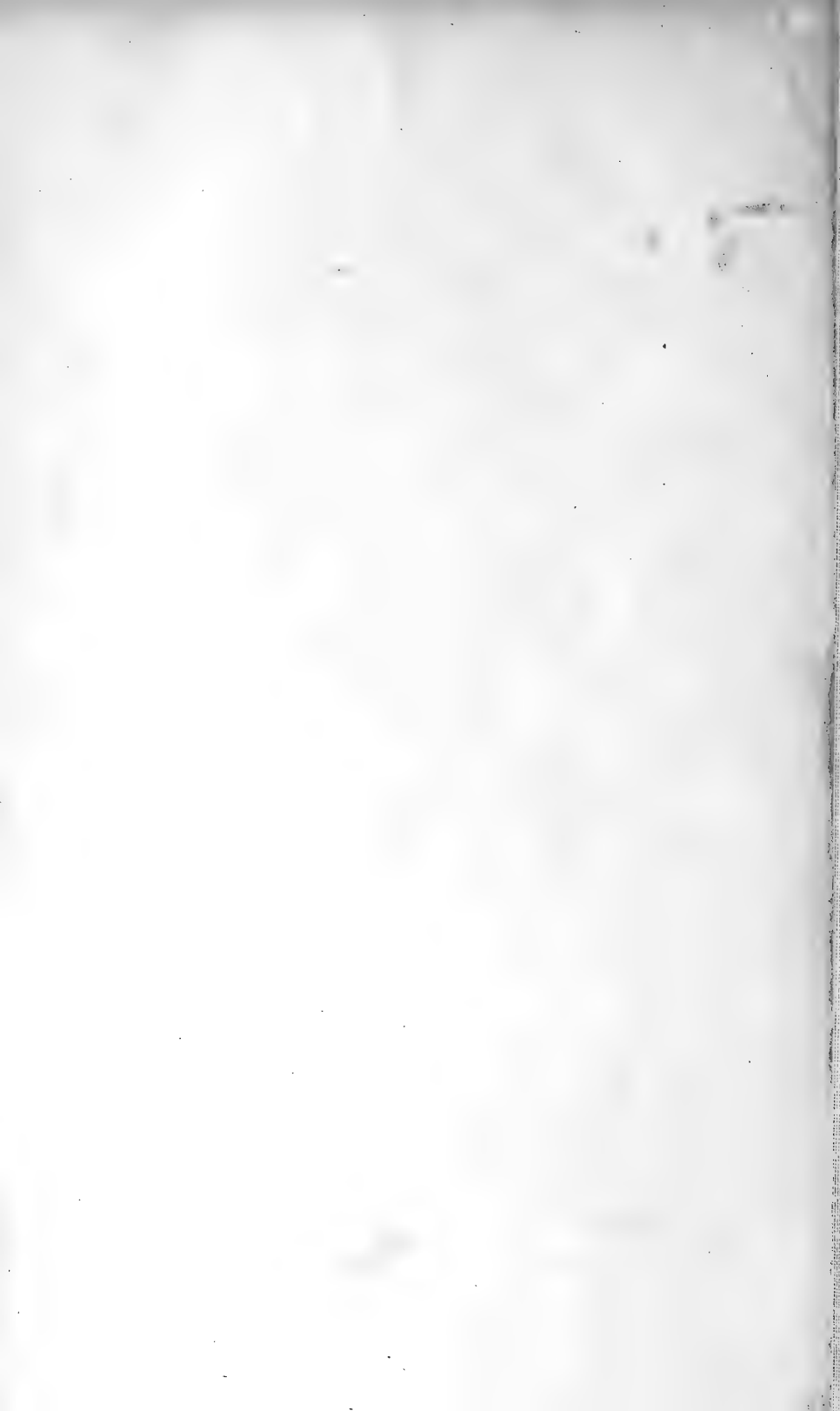












# Internationale Monatsschrift

12,080

für

# Anatomie und Physiologie.

---

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,  
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, S. Ramón y  
Cajal in Madrid, J. H. Chievitz in Kopenhagen, J. Curnow  
in London, H. F. Formad in Philadelphia, C. Giacomini in Turin,  
C. Golgi in Pavia, G. Guldberg in Christiania, H. Hoyer  
in Warschau, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge,  
G. Mihálikovics in Budapest, G. Retzius in Stockholm,  
A. Watson in Adelaide (Süd-Australien).

**E. A. Schäfer**

in London,

**L. Testut**

in Lyon,

und

**W. Krause**

in Berlin.

Band XI. Heft 1. Mit Taf. I.

---

PARIS,

Haar & Steinert

9 Rue Jacob.

LEIPZIG,

Georg Thieme

31 Seeburgstrasse.

LONDON,

Willams & Norgate

14 Henrietta-Street.

1894.



# Inhalt.

	Seite
<b>W. Krause, Die Retina. (Mit Taf. I)</b> . . . . .	<b>1</b>
<b>W. Krause, Referate</b> . . . . .	<b>67</b>
<b>W. Krause, Ein Mikroskopstativ aus Aluminium</b> . . . . .	<b>68</b>

*Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Berlin erbeten.*

Zusendungen für die Monatsschrift werden **nach Berlin, NW. Brueckenallee, 31** erbeten.

---

Verlag von **Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.**

(Zu beziehen durch jede Buchhandlung.)

Soeben erschienen:

## **Handbuch der topographischen Anatomie.**

**Zum Gebrauch für Aerzte**

von

**Dr. Fr. Merkel,**

Professor der Anatomie in Göttingen.

**Zweiter Band.** Mit zahlreichen mehrfarbigen Holzstichen. gr. 8. geh. Erste Lieferung. **Preis 8 Mark.**



# Internationale Monatsschrift

12,080

für

# Anatomie und Physiologie.

---

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,  
Ed. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, S. Ramón y  
Cajal in Madrid, J. H. Chievitz in Kopenhagen, J. Curnow  
in London, H. F. Formad in Philadelphia, C. Giacomini in Turin,  
C. Golgi in Pavia, G. Guldberg in Christiania, H. Hoyer  
in Warschau, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge,  
G. Mihálikovics in Budapest, G. Retzius in Stockholm,  
A. Watson in Adelaide (Süd-Australien).

**E. A. Schäfer**

in London,

**L. Testut**

in Lyon,

und

**W. Krause**

in Berlin.

Band XI. Heft 2. Mit Taf. II—VI.

---

PARIS,

Haar & Steinert  
9 Rue Jacob.

LEIPZIG,

Georg Thieme  
31 Seeburgstrasse.

LONDON,

Willams & Norgate  
14 Henrietta-Street.

1894.





# Inhalt.

<b>W. Krause</b> , Die Retina. Schluss. (Mit Taf. II - V) . . . . .	69
<b>C. Bisogni</b> , Nota preliminare sulla esistenza e struttura d'una nuova glandula nell'astuccio linguale della Vipera Redii. (Con tav. VI) . . . .	123
<b>W. Krause</b> , Referate . . . . .	127
<b>Nouvelles universitaires</b> . . . . .	128

*Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Berlin erbeten.*

Zusendungen für die Monatsschrift werden **nach Berlin, NW. Brücke-  
allee, 31** erbeten.



# Internationale Monatsschrift

12,080

für

## Anatomie und Physiologie.

---

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,

Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, S. Ramón y

Cajal in Madrid, J. H. Chievitz in Kopenhagen, J. Curnow

in London, H. F. Formad in Philadelphia, C. Giacomini in Turin,

C. Golgi in Pavia, G. Guldberg in Christiania, H. Hoyer

in Warschau, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge,

G. Mihálikovics in Budapest, G. Retzius in Stockholm,

A. Watson in Adelaide (Süd-Australien),

**E. A. Schäfer**

in London,

**L. Testut**

in Lyon,

und

**W. Krause**

in Berlin.

Band XI. Heft 3. Mit Taf. VII und VIII.

---

PARIS,

Haar & Steinert

9 Rue Jacob.

LEIPZIG,

Georg Thieme

31 Seeburgstrasse.

LONDON,

Willams & Norgate

14 Henrietta-Street.

1894.



# Inhalt.

	Seite
<b>J. Moore</b> , Some Points in the Spermatogenesis of Mammalia. (With plates VII and VIII.) . . . . .	129
<b>J. Schaffer</b> , Kritische Bemerkungen über einige neuere Thymusarbeiten . . . . .	167
<b>Nouvelles universitaires</b> . . . . .	176

*Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Berlin erbeten.*

---

Zusendungen für die Monatsschrift werden **nach Berlin, NW. Brueckenallee, 31** erbeten.



# Internationale Monatsschrift

12,080

für

## Anatomie und Physiologie.

---

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,  
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, S. Ramón y  
Cajal in Madrid, J. H. Chievitz in Kopenhagen, J. Curnow  
in London, H. F. Formad in Philadelphia, C. Giacomini in Turin,  
C. Golgi in Pavia, G. Guldberg in Christiania, H. Hoyer  
in Warschau, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge,  
G. Mihálovics in Budapest, G. Retzius in Stockholm,  
A. Watson in Adelaide (Süd-Australien),

E. A. Schäfer

in London,

L. Testut

in Lyon,

und

W. Krause

in Berlin.

Band XI. Heft 4. Mit Taf. IX.

---

PARIS,

Haar & Steinert  
9 Rue Jacob.

LEIPZIG;

Georg Thieme  
31 Seeburgstrasse.

LONDON,

Willams & Norgate  
14 Henrietta-Street.

1894.



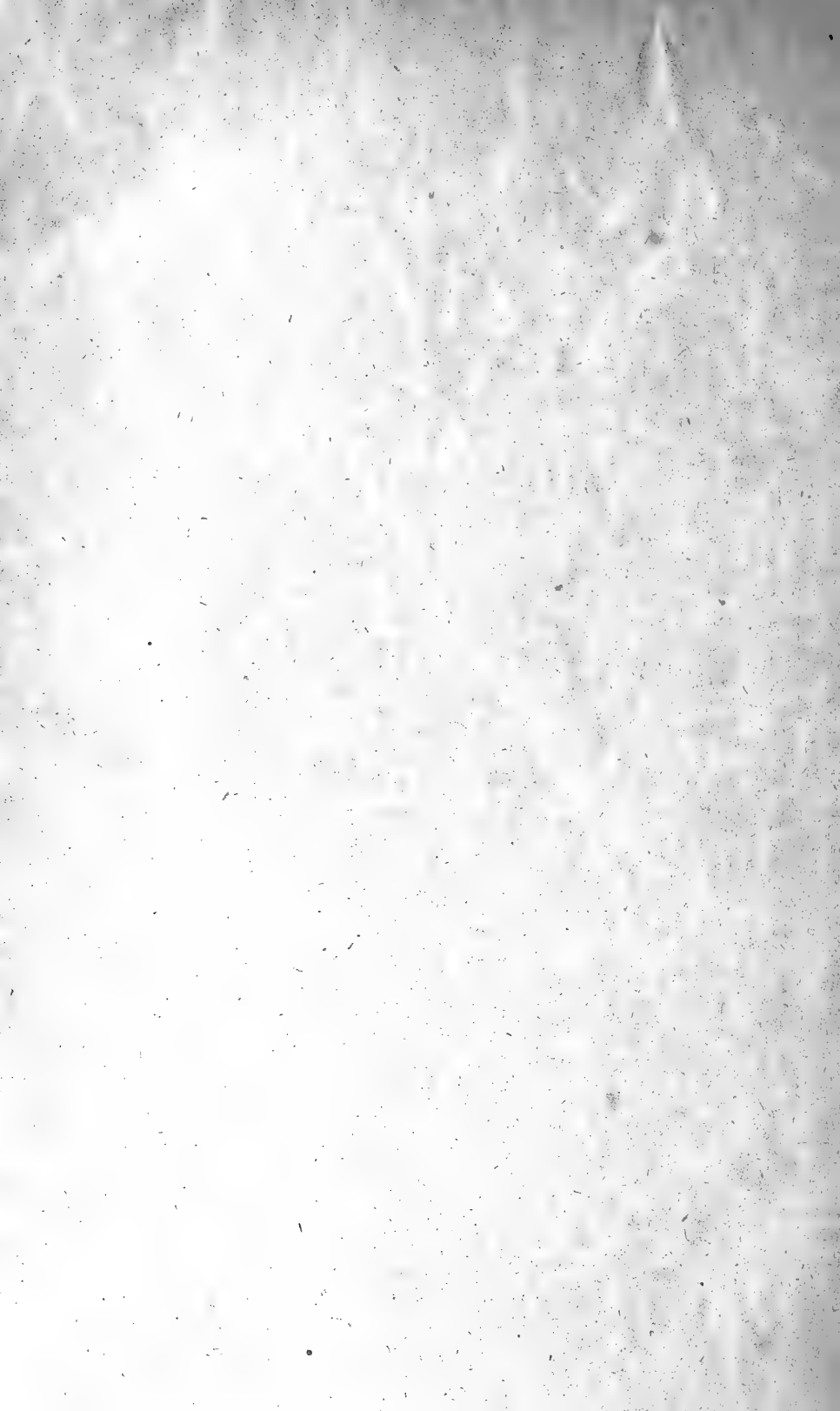


# Inhalt.

	Seite
<b>A. Majewski</b> , Ueber die Veränderungen der Becherzellen im Darmkanal während der Secretion. (Mit Tafel IX.) . . . . .	177
<b>W. Melzer</b> , Zur Homologie der menschlichen Extremitäten. (Mit 1 Holzschnitt.) . . . . .	194
<b>W. Krause</b> , Referate . . . . .	215
<b>Nouvelles universitaires</b> . . . . .	216

*Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Berlin erbeten.*

Zusendungen für die Monatsschrift werden **nach Berlin, NW. Brueckenallee, 31** erbeten.



# Internationale Monatsschrift

12,080

für

# Anatomie und Physiologie.

---

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,  
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, S. Ramón y  
Cajal in Madrid, J. H. Chievitz in Kopenhagen, J. Curnow  
in London, H. F. Formad in Philadelphia, C. Giacomini in Turin,  
C. Golgi in Pavia, G. Guldberg in Christiania, H. Hoyer  
in Warschau, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge,  
G. Miháلكovics in Budapest, G. Retzius in Stockholm,  
A. Watson in Adelaide (Süd-Australien),

**E. A. Schäfer**

in London, *and*

**L. Testut**

in Lyon,

**W. Krause**

in Berlin.

Band XI. Heft 5. Mit Taf. X—XIII.

---

PARIS,  
Haar & Steinert  
9 Rue Jacob.

LEIPZIG,  
Georg Thieme  
31 Seeburgstrasse.

LONDON,  
Willams & Norgate  
14 Henrietta-Street.

1894.



# Inhalt.

	Seite
<b>K. Ballowitz</b> , Zur Kenntnis der Samenkörper der Arthropoden. (Mit Tafel X und XI.) . . . . .	217
<b>E. Ballowitz</b> , Bemerkungen zu der Arbeit von Dr. phil. Karl Ballowitz über die Samenkörper der Arthropoden nebst weiteren spermatologischen Beiträgen, betreffend die Tunicaten, Mollusken, Würmer, Echinodermen und Coelenteraten. (Mit Tafel XII und XIII.) . . . . .	245
<b>Nouvelles universitaires</b> . . . . .	280

*Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Berlin erbeten.*

Zusendungen für die Monatsschrift werden **nach Berlin, NW. Brueckenallee, 31** erbeten.



# Internationale Monatsschrift

12,080.

für

## Anatomie und Physiologie.

---

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,  
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, S. Ramón y  
Cajal in Madrid, J. H. Chievitz in Kopenhagen, J. Curnow  
in London, H. F. Formad in Philadelphia, C. Giacomini in Turin,  
C. Golgi in Pavia, G. Guldberg in Christiania, H. Hoyer  
in Warschau, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge,  
G. Mihálikovics in Budapest, G. Retzius in Stockholm,  
A. Watson in Adelaide (Süd-Australien),

**E. A. Schäfer**

in London,

**L. Testut**

in Lyon,

und

**W. Krause**

in Berlin.

Band XI. Heft 6. Mit Taf. XIV, XV u. XVII.

---

PARIS,

Haar & Steinert  
9 Rue Jacob.

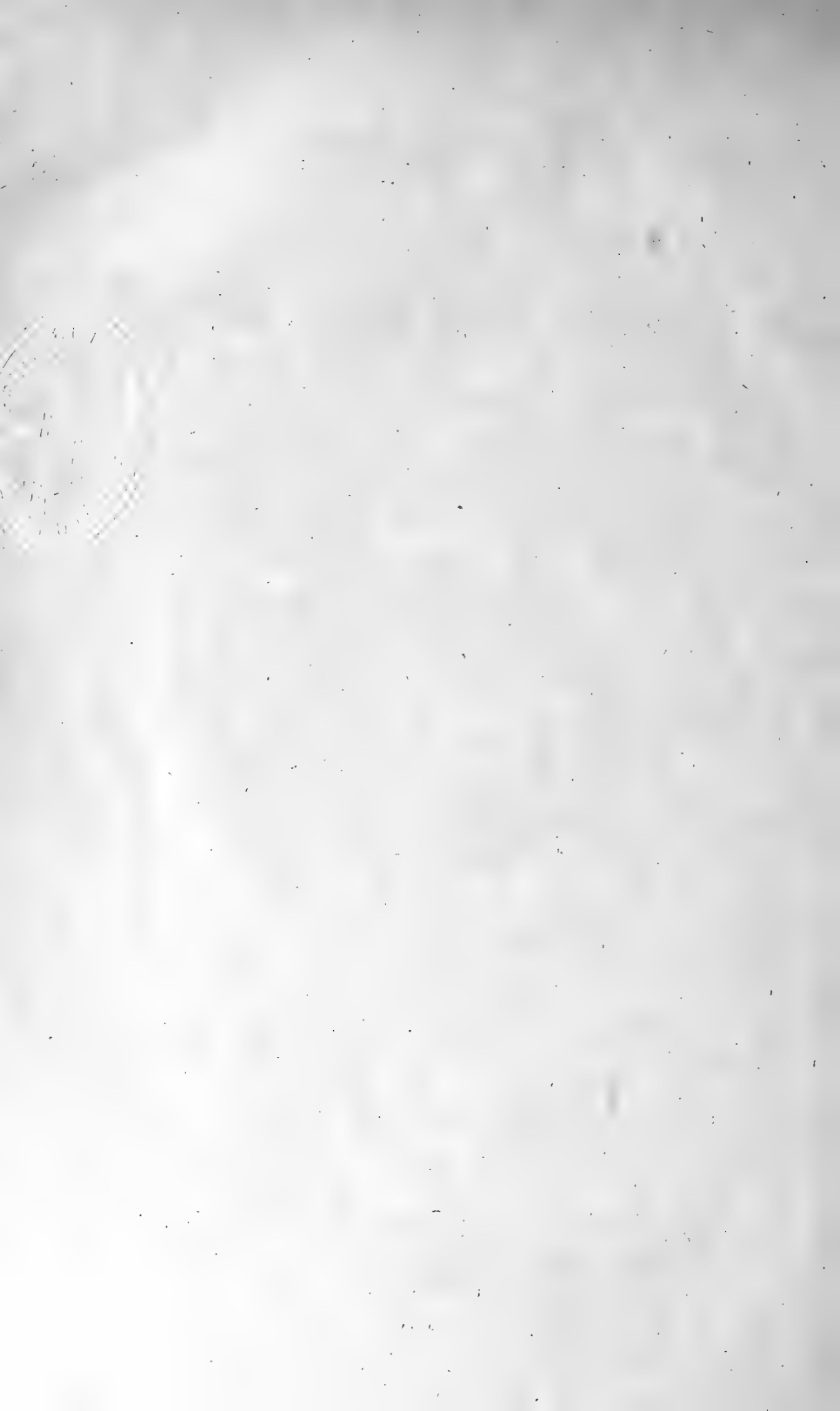
LEIPZIG,

Georg Thieme  
31 Seeburgstrasse.

LONDON,

Willams & Norgate  
14 Henrietta-Street.

1894.





# Inhalt.

	Seite
<b>A. Prenant</b> , Critériums histologiques pour la détermination de la partie persistante du canal épendymaire primitif. (Avec pl. XIV.) . . . . .	281
<b>A. v. Török</b> , Neuere Beiträge zur Reform der Kraniologie. (Mit Taf. XV.) . . . . .	297
<b>C. Sacerdotti</b> , Ueber die Nerven der Schilddrüse. (Mit Taf. XVII) . . . . .	326
<b>Nouvelles universitaires</b> . . . . .	332

*Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteure oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Berlin erbeten.*

Zusendungen für die Monatsschrift werden **nach Berlin, NW. Brueckenallee, 31** erbeten.

Im-unterzeichneten Verlage erschien soeben:

## Jahresbericht über die Fortschritte der Physiologie.

In Verbindung mit Fachgenossen

herausgegeben

von

**Dr. L. Hermann,**

o. o. Professor der Physiologie a. d. Universität und Director des physiologischen Institutes zu Königsberg i. Pr.

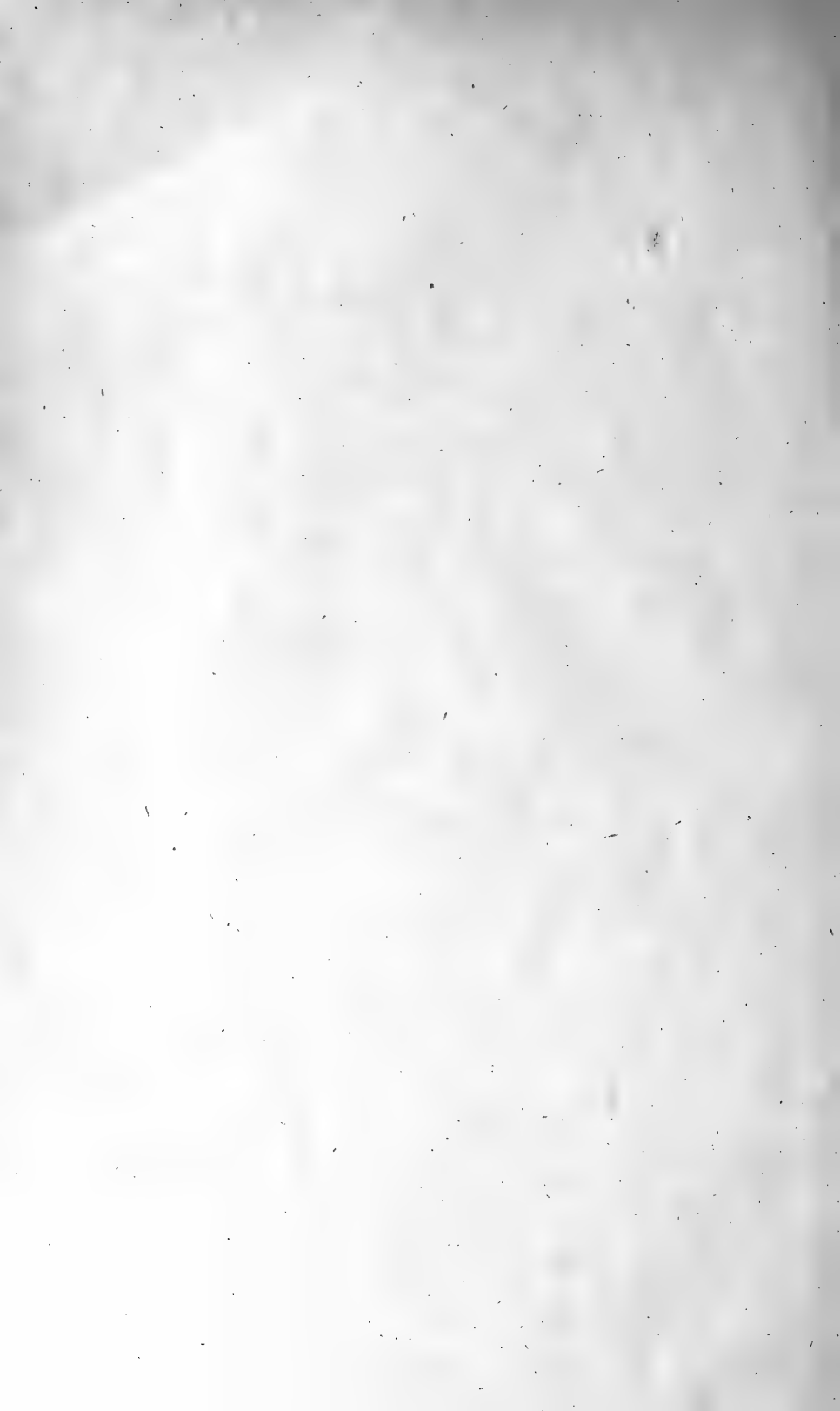
**Neue Folge** des Physiologischen Theiles der Jahresberichte über die Fortschritte der Anatomie u. Physiologie von **Hermann und Schwalbe.**

**I. Band: Bericht über das Jahr 1892.**

Preis **M. 15.—.**

NB. Der zweite Band, Bericht über das Jahr 1893, erscheint im Laufe dieses Jahres.

**Emil Strauss, Verlagsbuchhandlung in Bonn.**



# Internationale Monatsschrift

2,080

für

# Anatomie und Physiologie.

---

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,  
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, S. Ramón y  
Cajal in Madrid, J. H. Chievitz in Kopenhagen, J. Curnow  
in London, H. F. Formad in Philadelphia, C. Giacomini in Turin.  
C. Golgi in Pavia, G. Guldberg in Christiania, H. Hoyer  
in Warschau, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge,  
G. Mihálovics in Budapest, G. Retzius in Stockholm,  
A. Watson in Adelaide (Süd-Australien),

E. A. Schäfer

in London,

L. Testut

in Lyon,

und

W. Krause

in Berlin.

Band XI. Heft 7. Mit Taf. XVI.

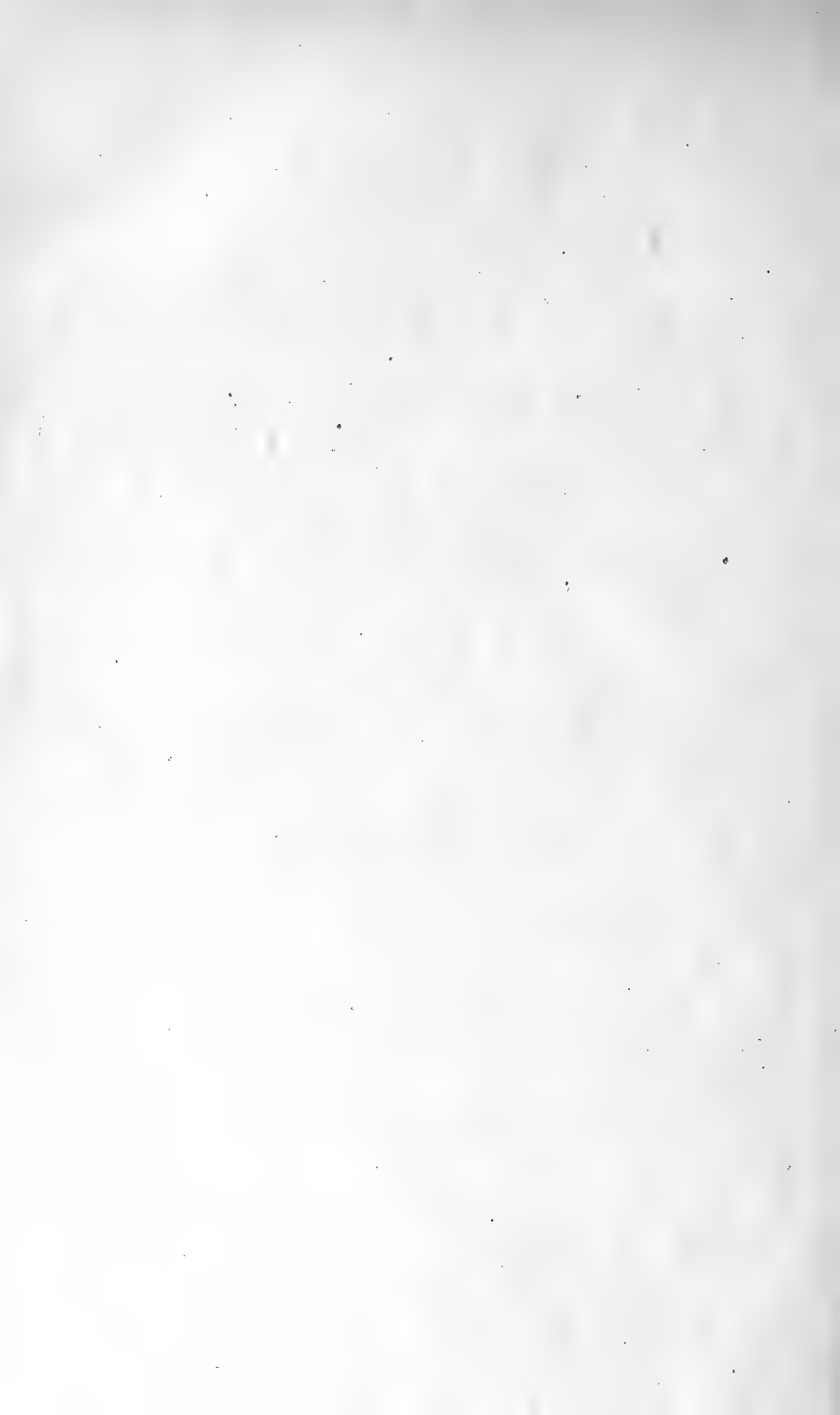
---

PARIS,  
Haar & Steinert  
9 Rue Jacob.

LEIPZIG,  
Georg Thieme  
31 Seeburgstrasse.

LONDON,  
Willams & Norgate  
14 Henrietta-Street.

1894.



# Inhalt.

	Seite
<b>P. Mitrophanow</b> , Contributions à la division cellulaire indirecte chez les Sélaciens. (Avec pl. XVI) . . . . .	333
<b>A. v. Török</b> , Neuere Beiträge zur Reform der Kraniologie. (Fortsetzung) .	360

*Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigen Preisen. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Berlin erbeten.*

Zusendungen für die Monatsschrift werden **nach Berlin, NW. Brueckenallee, 31** erbeten.



# Internationale Monatsschrift

für

## 12,080 Anatomie und Physiologie.

---

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,  
Ed. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, S. Ramón y  
Cajal in Madrid, J. H. Chievitz in Kopenhagen, J. Curnow  
in London, H. F. Formad in Philadelphia, C. Giacomini in Turin,  
C. Golgi in Pavia, G. Guldberg in Christiania, H. Hoyer  
in Warschau, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge,  
G. Mihálikovics in Budapest, G. Retzius in Stockholm,  
A. Watson in Adelaide (Süd-Australien),

**E. A. Schäfer**

in London,

**L. Testut**

in Lyon,

und

**W. Krause**

in Berlin.

Band XI. Heft 8.

---

PARIS,

H. & Steinert.

Rue Jacob.

LEIPZIG,

Georg Thieme

31 Seeburgstrasse.

LONDON,

Willams & Norgate

14 Henrietta-Street.

1894.





# Inhalt.

	Seite
A. v. Török, Neuere Beiträge zur Reform der Kraniologie. (Schluss)	369

---

*Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Berlin erbeten.*

---

Zusendungen für die Monatsschrift werden **nach Berlin, NW. Brücke-  
allee, 31** erbeten.

---



# Internationale Monatsschrift

12,080

für

## Anatomie und Physiologie.

---

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,

Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, S. Ramón y

Cajal in Madrid, J. H. Chievitz in Kopenhagen, J. Curnow

in London, H. F. Formad in Philadelphia, C. Giacomini in Turin.

C. Golgi in Pavia, G. Guldberg in Christiania, H. Hoyer

in Warschau, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge.

G. Mihálikovics in Budapest, G. Retzius in Stockholm,

A. Watson in Adelaide (Süd-Australien),

**E. A. Schäfer**

in London,

**L. Testut**

in Lyon,

und

**W. Krause**

in Berlin.

Band XI. Heft 9. Mit Tafel XVIII—XX.

---

PARIS,

Haar & Steinert

9 Rue Jacob.

LEIPZIG,

Georg Thieme

31 Seeburgstrasse.

LONDON,

Willams & Norgate

14 Henrietta-Street.

1894.



# Inhalt.

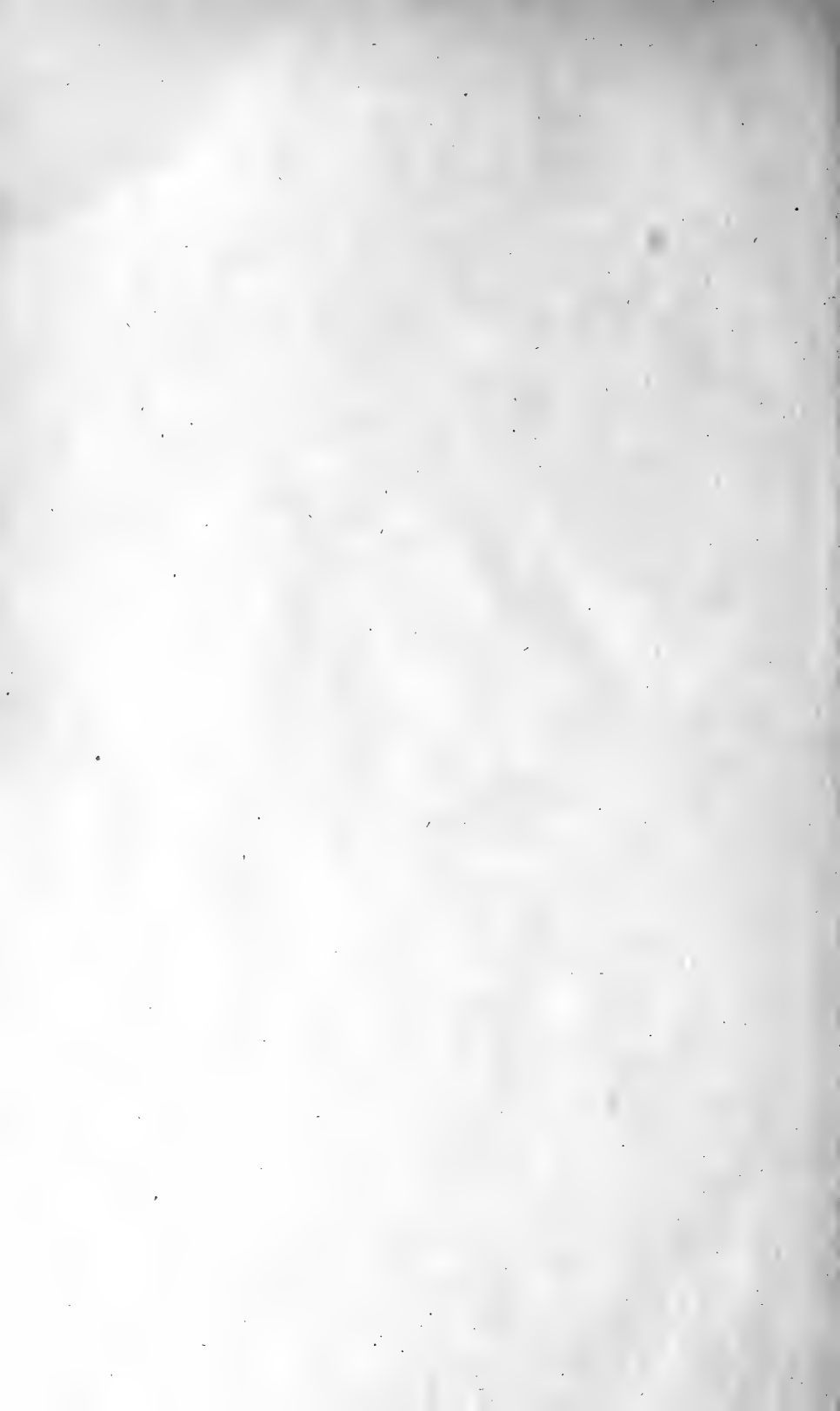
	Seite
<b>A. Prenant</b> , Sur deux sortes de cellules granuleuses chez les Reptiles. (Avec pl. XVIII) . . . . .	405
<b>N. Loewenthal</b> , Ueber eigentümliche Zellengebilde im Sympathicus des Frösches. (Mit Tafel XIX) . . . . .	423
<b>W. M. Bayliss</b> and <b>E. H. Starling</b> , On the Form of the Intraventricular and Aortic Pressure Curves obtained by a new Method. (With pl. XX) . . . . .	426
<b>Nouvelles universitaires</b> . . . . .	436

---

*Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Berlin erbeten.*

---

Zusendungen für die Monatsschrift werden **nach Berlin, NW. Brueckenallee, 31** erbeten.



# Internationale Monatsschrift

12,080

für

# Anatomie und Physiologie.

---

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,  
Ed. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, S. Ramón y  
Cajal in Madrid, J. H. Chievitz in Kopenhagen, J. Curnow  
in London, H. F. Formad in Philadelphia, C. Giacomini in Turin,  
C. Golgi in Pavia, G. Guldberg in Christiania, H. Hoyer  
in Warschau, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge,  
G. Miháلكovics in Budapest, G. Retzius in Stockholm,  
A. Watson in Adelaide (Süd-Australien),

**E. A. Schäfer**

in London,

**L. Testut**

in Lyon,

und

**W. Krause**

in Berlin.

Band XI. Heft 10.

---

**PARIS,**

Haar & Steinert

9 Rue Jacob.

**LEIPZIG,**

Georg Thieme

31 Seeburgstrasse.

**LONDON,**

Willams & Norgate

14 Henrietta-Street.

1894.





# Inhalt.

	Seite
<b>D. Sernoff,</b> Zur Kenntniss der Lage und Form des mesenterialen Theiles des Dünndarmes und seines Gekröses. (Mit 10 Figuren). . . . .	437
<b>W. Krause,</b> Referate . . . . .	467

*Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Berlin erbeten.*

Zusendungen für die Monatsschrift werden **nach Berlin, NW. Bruckenthal, 31** erbeten.



# Internationale Monatsschrift

12,080

für

## Anatomie und Physiologie.

---

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,  
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, S. Ramón y  
Cajal in Madrid, J. H. Chievitz in Kopenhagen, J. Curnow  
in London, H. F. Formad in Philadelphia, C. Giacomini in Turin,  
C. Golgi in Pavia, G. Guldberg in Christiania, H. Hoyer  
in Warschau, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge,  
G. Mihálovics in Budapest, G. Retzius in Stockholm,  
A. Watson in Adelaide (Süd-Australien),

**E. A. Schäfer**

in London,

**L. Testut**

in Lyon,

und

**W. Krause**

in Berlin.

Band XI. Heft 11. Mit Tafel XXI—XXIII.

---

PARIS,  
Haar & Steinert  
9 Rue Jacob.

LEIPZIG,  
Georg Thieme  
31 Seeburgstrasse.

LONDON,  
Williams & Norgate  
14 Henrietta-Street.

1894.



# Inhalt.

	Seite
<b>F. Capobianco</b> , Ricerche microscopiche e sperimentali sugli effetti della Tiroidectomia. (Con tav. XXI—XXIII) . . . . .	469
<b>Nouvelles universitaires</b> . . . . .	500

*Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Berlin erbeten.*

Zusendungen für die Monatsschrift werden **nach Berlin, NW. Bruecken-  
allee, 31** erbeten.

---

**Verlag von FERDINAND ENKE in Stuttgart.**

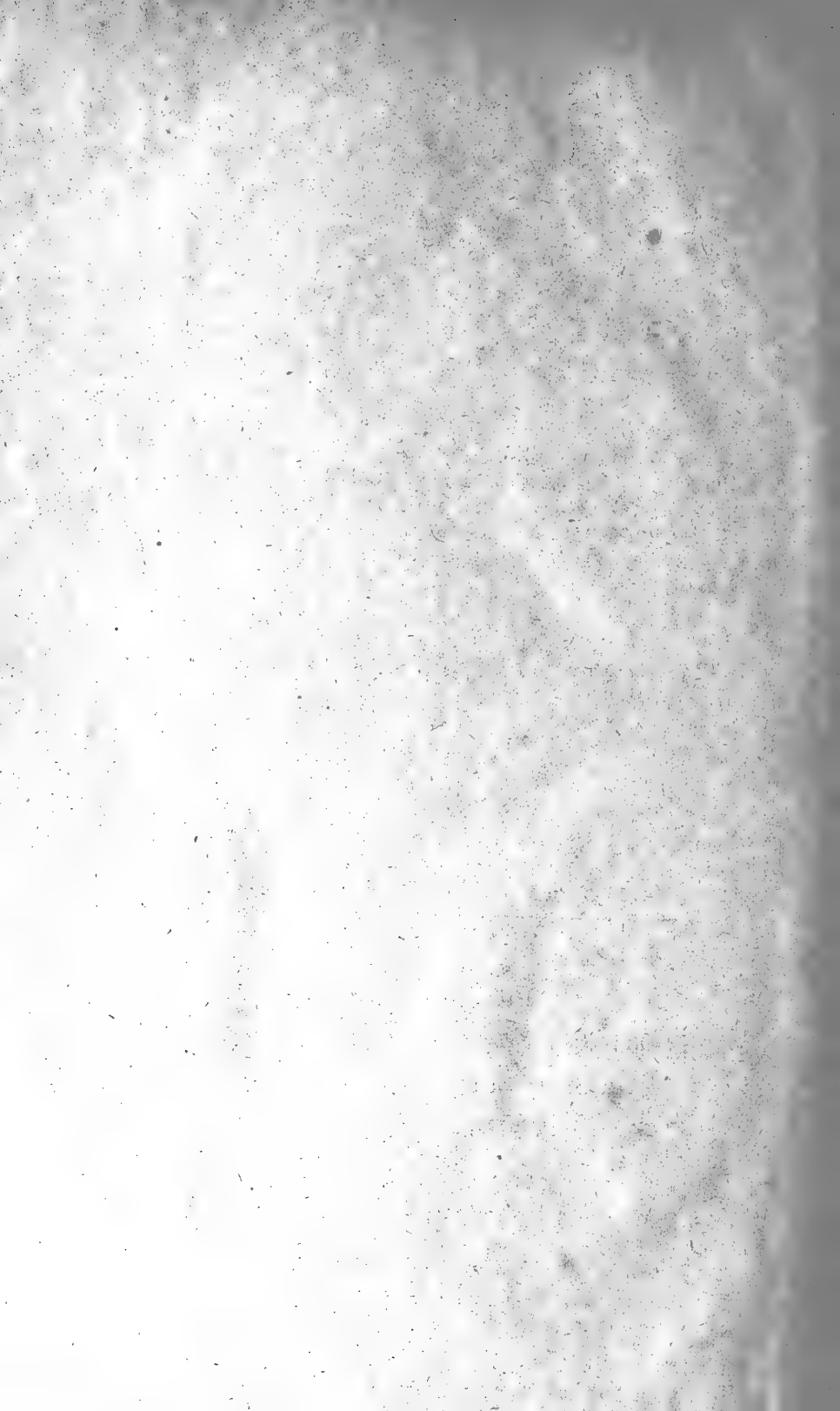
---

Soeben erschien:

**Bernstein, Prof. Dr. J.,**  
**Lehrbuch der Physiologie des thierischen Organismus,**  
**im Speciellen des Menschen.**

Mit 271 Abbildungen. gr. 8. 1894. geh. 16 Mark.

(Bibliothek des Arztes.)



# Internationale Monatsschrift

12,080 für

## Anatomie und Physiologie.

---

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,  
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, S. Ramón y  
Cajal in Madrid, J. H. Chievitz in Kopenhagen, J. Curnow  
in London, H. F. Formad in Philadelphia, C. Giacomini in Turin,  
C. Golgi in Pavia, G. Guldberg in Christiania, H. Hoyer  
in Warschau, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge,  
G. Mihálovics in Budapest, G. Retzius in Stockholm,  
A. Watson in Adelaide (Süd-Australien),

**E. A. Schäfer**

in London, ~~in London~~ in Lyon,  
und

**L. Testut**

**W. Krause**

in Berlin.

Band XI. Heft 12. Mit Taf. XXIV.

---

PARIS,  
Haar & Steinert  
9 Rue Jacob.

LEIPZIG,  
Georg Thieme  
31 Seeburgstrasse.

LONDON,  
Willams & Norgate  
14 Henrietta-Street.

1894.





# Inhalt.

	Seite
<b>C. Sacerdotti</b> , Ueber die Entwicklung der Schleimzellen des Magendarmkanales. (Mit Taf. XXIV) . . . . .	501
<b>F. Capobianco</b> , Ricerche microscopiche e sperimentali sugli effetti della Tiroidectomia. (Fine) . . . . .	515
<b>W. Krause</b> , Referate . . . . .	526

*Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 25 Separat-Abdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden unter der Adresse eines der auf dem Titel verzeichneten Herren Mitredacteurs oder direct an die Redaction: Professor W. Krause in Berlin erbeten.*

Zusendungen für die Monatsschrift werden **nach Berlin, NW. Brueckenallee, 31** erbeten.









3 2044 106 189 640

**Date Due**

---

MAY 21 1955

APR 1976

